This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

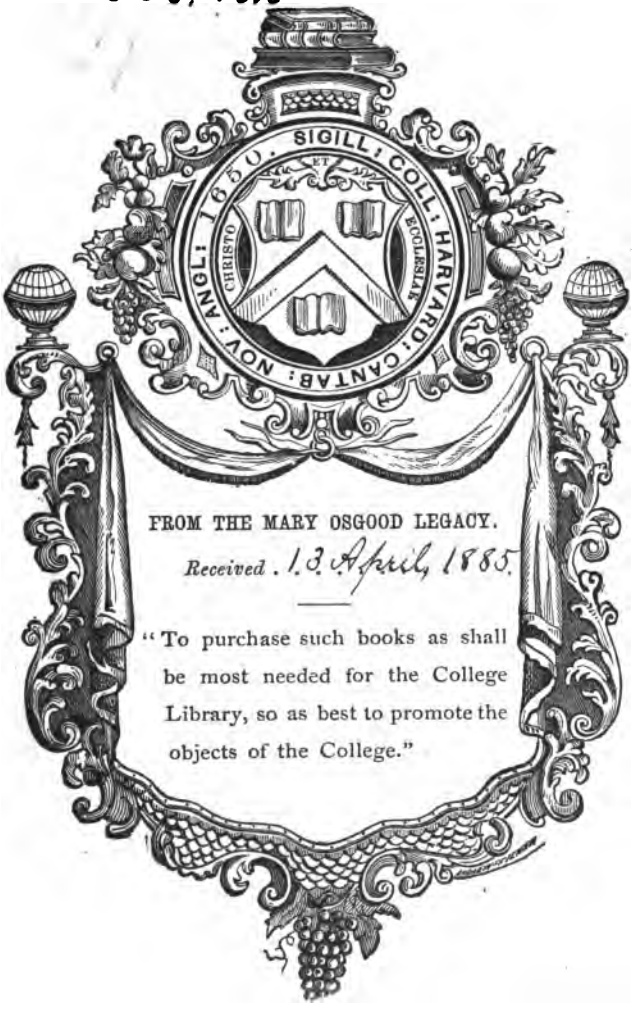
+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

453

Chem 556.45.5



FROM THE MARY OSGOOD LEGACY.

Received 13 April 1885

"To purchase such books as shall be most needed for the College Library, so as best to promote the objects of the College."

SCIENCE CENTER LIBRARY

Die

physiologische Chemie

der Pflanzen,

mit Rücksicht

auf

Agricultur.

Zugleich eine wissenschaftliche Widerlegung der Ansichten **Liebig's** und **Schleiden's.**

Dargestellt

von

Dr. Heinrich Karl Geubel.

Frankfurt am Main.

Druck und Verlag von Johann David Sauerländer.

1845.

Chem 558.45.5
~~F.2172~~

„Ἡ θεωρία τὸ ἥδιστον καὶ ἄριστον."

Aristoteles.

Die

physiologische Chemie

der Pflanzen,

mit Rücksicht

auf

Agricultur.

„Die gegenwärtige Zeit dringt denkend durch Mark und Bein der Objektivität und Unmittelbarkeit. Es nahet und ist schon da die Reife der Menschheit. Auch der Kampf, der Schmerz der Zeit ist ihre Größe, und das Gericht des denkenden Abschlusses."

Bayrhoffer, Beiträge zur Naturphilos. I. S. III u. IV.

Vorwort.

Wie das Universum ein Organismus der Entwickelung ist, so auch die Wissenschaft. Diese, oder die absolute Erkenntniß, ist das Ziel des Universums. Dieses Ziel ist nunmehr durch die Philosophie erreicht, und es ist daher jetzt ein wahrhaftes Erkennen, ein absolutes Begreifen der Natur, wie auch der Geschichte, möglich; vorher war es unmöglich.

Eine jede Philosophie hob sich auf zur anderen, gerade so wie die Mineralwelt sich aufhob in die Welt der Vegetabilien und diese in die Welt der Thiere; wie an der Spitze von dieser der Mensch, diese höchste epitellurische Gestalt oder die höchste Einheit und Vollendung der Natur, erschien, so erreichte die Philosophie, welche mit Thales begann, in Hegel ihre Spitze.

Alle früheren Philosopheme konnten nicht bestehen, sie wurden fortwährend über den Haufen geworfen, ein System hob sich auf in's andere. In der ganzen Ent-

wickelung ist indessen überall die Wahrheit, jedes Philosophem hat die ewige Wahrheit in sich; aber jede besondere Philosophie ist eine Stufe der Wahrheit. So auch in der Natur. Das Reich der Mineralien, der Pflanzen und der Thiere tragen sämmtlich die Wahrheit in sich; die Pflanze ist das Ziel des Unorganischen, das Thier das Ziel der Pflanze, und alles dies ist die Grundlage und Voraussetzung zum Menschen, oder zum absoluten Ziel. Ohne das Mineral wäre die Pflanze, das Thier und auch der Mensch — das absolute oder aufgehobene Thier — nicht, und ohne Heraklit, Demokrit, Aristoteles, Sokrates u. s. w. wären Kant, Fichte, Schelling, ja Hegel und die absolute Philosophie nicht.

Jedes System der Philosophie gilt daher nur an seiner Stelle, und deßhalb können alle früheren Philosopheme nicht mehr genügen.

Hat auch selbst Schelling die vortrefflichsten und genialsten Blicke in die Natur geworfen, ging auch durch dessen geistreiche Schriften ein neuer Glanz auf, — es war seine Philosophie nicht die absolute.

Jeder Naturforscher, welcher die Principien der Schelling'schen Philosophie, wie die der vorhergehenden Systeme, bei seinen Betrachtungen zu Grunde legt, kann unmöglich in die wirkliche Tiefe gelangen, es bleiben uns-

wendig alle Speculationen oberflächlich und abstrakt, oder sie gehen gar in Phantasie über. Hiervon zeugen die Anhänger Schelling's (z. B. unter den neueren Nees von Esenbeck), die Anhänger Kant's, und noch viel mehr die jenes Philosophen des Alterthums, nämlich des Leukippos. Dieser war der Gründer der Atomenlehre. Aber obgleich diese Lehre schon durch Kant gestürzt wurde, findet sie immer noch Anhänger; denn fast unsere sämmtlichen Naturforscher sind ihr treu geblieben; alle wunderbar erscheinenden Phänomene werden nach ihr zu erklären gesucht.

So herrschen denn in den Naturwissenschaften die abstraktesten und verkehrtesten Theorieen. Und diese nichtigen Theorieen, die vielen Hypothesen sind es, welche allem wahren Fortschritt, aller wahren Naturforschung äußerst hinderlich sind; alle jetzigen Theorieen, gegründet auf frühere Philosopheme, sie erlauben es nicht, indem der Geist der gegenwärtigen Zeit von selben zu sehr eingenommen, wahrhafte Beobachtungen und Versuche anzustellen.

Bevor nicht sämmtliche Naturforscher von dem Standpunkte der absoluten Philosophie aus die Natur in Betrachtung ziehen und dem Begriffe unterwerfen, wird diese nie und nimmer erfaßt werden; wer jetzt nicht in die tiefste Tiefe mit hinabsteigt, wie auch Fries, Herbart

nicht gethan haben, blitzt und verschwindet trotz allen Scharfsinnes und aller Kenntnisse meteorisch. *)

Nennt nun auch der Botaniker Schleiden **) Hegel's Naturphilosophie ein hohles Phrasenwerk, meint er auch, Hegel werde nie eine naturphilosophische Schule bekommen, so hat diese schiefe Ansicht nur darin seinen Grund, daß dieser übrigens talentvolle Kopf diese Philosophie bis jetzt noch nicht durchdrungen hat.

Hat auch selbst Hegel bei seinen speciellen Naturbetrachtungen manches Irrige, manches, was von der Idee nicht gehörig durchdrungen worden, an den Tag gefördert, so bedenke man doch, daß es keine leichte Arbeit des Geistes ist, einen Gegenstand vollständig zu durchdringen, man wisse, daß nicht Ein Mensch, wie viel weniger der Eine mit einemmale, die gesammte Natur vollkommen denkend zu durchdringen vermöge.

---

*) Bayrhoffer, die Idee und Geschichte der Philosophie. S. 382. Vergl. auch namentlich in Beziehung darauf, daß jetzt nicht mehr ein Fortstreben zu einer tieferen Totalstufe stattfinden könne. S. VI. und VII., ferner auch S. 430 ff.

**) Offenes Sendschreiben an Herrn Dr. J. Liebig in Gießen. S. 39. Vergl. ferner dessen: Grundzüge der wissenschaftl. Botanik. S. XV. u. m. a. O. Vergl. endlich dessen Schriftchen: Schelling's und Hegel's Verhältniß zur Naturwissenschaft. S. 52 ff., dann S. 60, 78, 81 und 86.

Gehen wir nur immer von dem Standpunkte Hegel's, von der absoluten Philosophie — über die keiner unserer jetzigen philosophischen Geister, wie ein J. H. Fichte, Weiße, Günther, Baader, Sengler u. a. sogenannte Philosophen, hinaus zu schreiten im Stande ist — aus, und wir werden, wenn auch nicht mit einem Schlage, das Objekt in Wahrheit erfassen, wir werden den Gedanken, der in dem Objekte ist, auch in unserem finden, und umgekehrt, d. h. wir werden, das Objektive subjektiv setzend, den Gegenstand erkennen.

Von dem Standpunkte der Philosophie aus übergebe ich nun dem wissenschaftlichen Publikum vorliegende Schrift. Daß also alle niederen Standpunkte, daß alle die schiefen Auffassungs- und Erklärungsweisen der Chemie, Physik, der Botanik, Physiologie u. s. f. (also auch die höchst irrigen und einseitigen Ansichten, welche Prof. C. H. Schultz in Berlin in seiner soeben erschienenen Schrift: „Die Entdeckung der wahren Pflanzennahrung ꝛc." niedergelegt) aufgelöst werden mußten, dürfte ich nicht weiter zu erörtern haben. Man wird es mir daher nicht verübeln, wenn ich gegen unsere Naturforscher, namentlich gegen einen Liebig — welchen ich übrigens wahrhaft hochschätze — auftrete, gegen dessen Ansichten polemisire. Die Wahrheit zu sagen und die Wissenschaft zu fördern, ist mir eine

ernste und heilige Pflicht! Und indem ich dies in jedem Gebildeten voraussetze, lasse ich vorliegende „pflanzenphysiologische Chemie mit Rücksicht auf Agricultur“ in der gegebenen Form erscheinen.

Auf das von der Idee nicht gehörig Durchdrungene wolle man mich aufmerksam machen.

Marburg, im October 1844.

Der Verfasser.

Inhalt.

Erster Theil.

Allgemeine Einleitung.

Seite

Begriff der Natur und deren Aufhebung in den freien Geist . . 4

Entwickelung der Natur.

1) Der kosmische Organismus 10
Sonne, Komet, Mond und Planet.

2) Der planetarische Organismus 21
Luft, Wasser und Festes.

3) Der lebendige Organismus 27
Ur-Erzeugung der Pflanze, des Thiers und des Menschen.

Verbindungsweise der Elemente im lebendigen Organismus, oder in den organischen Körpern 33
Binäre, ternäre und quaternäre Verbindung; Leben; Kraft.

Zersetzungen der organischen Körper oder chemische Metamorphosen.

1) Metamorphosen unter Wasserbildung 51
2) „ unter Kohlensäurebildung 54
3) „ unter Kohlensäure-, Wasser- und Kohlen-Oxydbildung 66
4) Metamorphosen unter Wasser- und Kohlenoxydbildung . 67
5) „ unter Wasser- und Kohlensäurebildung . 69
6) „ unter Wasser- und Oxalsäurebildung . . 72
7) „ unter Kohlenwasserstoffbildung u. s. w. . 77
8) „ unter Ammoniakbildung u. s. w. . . 83
9) „ ohne Freiwerdung von unorganischen Verbindungen 87

Zweiter Theil.

Die pflanzenphyſiologiſche Chemie mit Rückſicht auf Agricultur.

Seite

Charakter und Leben der Pflanze 93

Aſſimilations- und Verwandlungsproceſſe der Pflanze . . . 110

1) Entſtehung des Pflanzenſchleims 111

2) „ der Holzfaſer oder des Lignins (Zellenbildung). 125

3) „ des Inulin's, Amylon's, der Moosſtärke, des Chlorophylls u. ſ. w. 133

4) Entſtehung des Zuckers 145

5) „ des vegetabiliſchen Eiweißſtoffes . . . 160

6) „ der Pflanzenſäuren; Reſpirationsproceß . . 169

7) „ der Pflanzen-Alkaloïde 194

8) „ der fetten Oele 202

9) „ der flüchtigen Oele und der Harze . . . 210

Wirkung der chemiſchen Proceſſe im Innern der Pflanze . . . 219

1) Wärme-Erſcheinungen 220

2) Licht-Erſcheinungen 226

Verhältniß der Pflanze zu den mineraliſchen Stoffen . . . 231

1) Aufnahme und Aſſimilation der unorganiſchen Materien . 232

2) Wirkung der unorganiſchen Materien auf den pflanzlichen Organismus 260

Die mineraliſchen und organiſchen Materien in ihrer Anwendung und ihrem Verhalten als Dünger bei der Cultur und der Wechſelwirthſchaft 277

Erſter Theil.

Allgemeine Einleitung.

Wenn wir das Weltall denkend durchdringen, so finden wir es als ein höchst zweckmäßiges, vernünftiges Ganzes; wir finden, daß der Grund, aus welchem es hervorgegangen und ewig hervorgehet, ein vernünftiger ist. Das absolute Princip des Universums ist somit die Vernunft, und das Universum selbst das System der Vernunft, d. h. Alles ist selbst Vernunft, oder, wie man auch sagt, Idee oder Geist, welcher Geist jedoch, wie wir zeigen werden, in verschiedenen Stufen erscheint.

Fassen wir den Geist als ein von der Natur Verschiedenes, ein der Natur Aeußerliches, so wäre diese ein durchaus Geistloses oder Unvernünftiges, was wohl Niemand behaupten wird.

Ist nun aber, können wir fragen, ein rein Geistiges oder Ideelles als für sich existirend, oder neben und in der Materie verharrend, denkbar? Ist z. B. auch das Licht, die Farbe, Wärme, der Magnetismus und die Elektrizität ohne Materie möglich? Können diese sogenannte Imponderabilien ohne ein Substrat zur Erscheinung kommen? Gewiß nicht. Alles dies sind besondere Idealitäten, welche sämmtlich die räumliche Bestimmtheit an sich haben. So ist das Licht nichts, als der Schein des Wesens, es ist die reflektirte Materie.

Das Immaterielle hat für sich keine Existenz, denn dieses ist die Negation des Materiellen, oder die Materialität, welche nicht existirt, ist die Immaterialität.

Das, was wir gewöhnlich Geist nennen, ist nichts, als der Körper in seiner Innerlichkeit. Das Wesen des Geistes oder der Vernunft besteht darin, nur in der Unmittelbarkeit zu verharren, d. h. die Vernunft hat nur in der Verkörperung ihr Dasein;

denn wollte sie sich in ihre abstrakte Form zurückfassen, so wäre sie nicht, es wäre kein Geist und keine Natur.

Es hat somit auch die Frage, was die Idee sei ehe sie Natur ist, keine Gültigkeit, weil der Begriff der Idee oder des Absoluten eben der ist, Natur zu sein.

Unter Idee verstehen wir also nicht ein blos Abstraktes, ein formell Logisches, sondern die Einheit des Begriffs und der Realität, oder die Einheit des Ideellen und Reellen, der Seele und des Leibes, des Endlichen und Unendlichen; dieses ist in philosophischer Bedeutung eben die Vernunft.

Der Begriff ist die vermittelte ideelle Einheit der besonderen Momente eines Objekts, z. B. specifische Schwere, Farbe, chemisches und physikalisches Verhalten u. s. w., welche Momente für uns auseinander treten, ihrem Begriffe nach aber in ungetrennter Einheit sind. So enthält das Salz z. B. alle seine Bestimmtheiten in einer ideellen Einheit.

Begriff der Natur und deren Aufhebung in den freien Geist.

Die Natur ist die Entwicklung der Idee oder der Vernunft in der Form des Außersichseins, in der Form der unmittelbaren oder sinnlichen Erscheinung. Diese Entwicklung findet in dem Menschen, als der vollendeten Natur, ihr Ziel; hier kommt die außersichseiende Idee zum Fürsichsein, weßhalb denn auch der Mensch im Anderen bei sich, d. i. frei ist. Die Natur aber ist, da sie die in der Form des Außereinander existirende Idee

oder Vernunft ist, nicht frei, sie ist bloße Nothwendigkeit; denn die Freiheit ist die aufgehobene Nothwendigkeit. *)

Da die Vernunft überhaupt eine in die Vermittlung sich aufhebende Unmittelbarkeit ist, so ist sonach die Natur die Unmittelbarkeit und Vermittlung der außersichseienden Vernunft, daher ein durchaus durch den Begriff bestimmtes System von Stufen; denn es ist die Eine Idee, welche sich in die verschiedenen Stufen auseinander legt. Die sich als Natur entwickelnde Idee hebt so die ihr vorausgesetzten, niederen Formen stets in höhere Formen oder Ideen auf. Es ist also der Proceß der Natur die sich aufhebende Unmittelbarkeit, oder das sich stets aufhebende Anders- oder Außersichsein. Der Proceß der Natur ist das bewußtlose Suchen des Selbst oder des Ich als des existirenden Grundes, bis endlich der verschlossene oder ansichseiende Grund oder Geist zum freien Fürsichsein, zur Existenz kommt. Kommt das Selbst noch innerhalb der Natur zur Erscheinung, so ist es das natürliche Selbst oder das Leben, und wir haben hier das vegetative oder pflanzliche Leben von dem animalischen, welches letztere eine höhere Stufe ist, zu unterscheiden. Das Thier ist daher, weil in ihm das Selbst noch nicht frei geworden, noch in der Natur befangen, es kann deßhalb die Welt nicht betrachten, es kann sich dieselbe nicht wahrhaft objektiv vorstellen.

---

*) Wegen der Aeußerlichkeit ist die Natur auch die Zufälligkeit. Indessen darf man die Natur überhaupt nicht für zufällig halten. Wenn der thierische Organismus z. B. sich entwickelt, von Innen her entfaltet, so ist dies nicht zufällig, sondern nothwendig. Daß aber das Thier sich nicht entwickelt, wenn es etwa von einer Lavine überfallen wird, ist zufällig, und zwar in Folge dieses äußern Momentes; denn das in der Aeußerlichkeit Zusammentreffen oder Zusammenfallen ist eben das Zufällige.

Es hat daher das Thier auch kein Bewußtsein, denn Bewußtsein ist die unmittelbare Gewißheit eines Gegenstandes, das Verhalten des Selbst zum Objekt. Zwar streben zum Leben hin in dem Naturproceß alle vorausgesetzten Stufen, allein die Wahrheit des Lebens oder der Zweck der Natur ist das freie, geistige Selbst, die freie fürsichseiende Idee.

Das Organ des Geistes in seiner Wahrheit ist nun der Mensch, und er ist somit wirklicher, sichwissender Geist.

Aus alle dem leuchtet nun hervor, daß das, was wir im gewöhnlichen Leben Seele und Geist nennen, nur verschiedene Stufen der zu sich selbst kommenden Vernunft sind, und daß wir also Seele und Geist nicht als von der Natur verschiedene Dinge zu betrachten haben. Nicht in dem Menschen steckt der Geist, sondern der Mensch in dieser seiner Form ist Geist; ja das ganze Universum ist nichts als Geist, als Vernunft, nur in einer bestimmten Form, welche man mit dem Ausdruck „Materie" bezeichnet. Es ist daher höchst thöricht von Leib, Seele und Geist, als drei von einander verschiedenen Dingen zu reden. Denn woher, frage ich, sollte der Geist kommen, um sich in dem Körper zu verstecken?

Bayrhoffer sagt: „Alles Reden von präexistirenden Seelen, herabkommenden Geistern und dergl. ist unorganische Phantasie; wohl aber ist es ein richtiger religiöser Ausdruck, Gott schaffe die Seele in dem Werden des Embryo's; aber philosophisch ist dieses Schaffen nur das sich selbst als Mensch schaffende Absolute, dessen teleologischer Grund jedoch allerdings der sich schaffende absolute Geist ist, welcher sich selbst als Mensch sein concretes Fürsichsein voraussetzt. Da nun das Gestalten des Embryo nichts als die zunächst plastische, in unmittelbarer Identität mit dem Stoffe seiende Seele ist, so ist es absurd, die Seele erst durch das Athmen, nach Trennung

des Embryo vom Mutterleibe, in denſelben eingehen zu laſſen, da hiermit vielmehr nur eine Selbſtſteigerung der Einen Seele bezeichnet iſt. *) Der Menſch, ſage ich, entwickelt ſich zu dem, was er ſeiner Möglichkeit nach iſt. Das Kind im mütterlichen Leibe z. B. iſt noch bewußtlos, es erhebt ſich aber allmählig zum Bewußtſein, dann zum Selbſtbewußtſein (d. i. das Verhalten des Selbſt gegen das Selbſt, alſo das Ich iſt hier ſelbſt der Gegenſtand), und endlich zum Denken, zur Vernunft (die Wahrheit oder Einheit des Bewußtſeins und Selbſtbewußtſeins). So kommt der anſichſeiende Geiſt zum freien Fürſichſein, wird ſichwiſſender Geiſt. Daher nennen wir den Geiſt (in ſeiner Wahrheit), zum Unterſchiede der Natur, als der materiellen Vernunft, ſichwiſſende oder ſichgegenſtändliche Vernunft oder Idee. **)

---

*) Beiträge zur Naturphiloſophie, 2. Beitr. S. 152.

**) Nach Ariſtoteles iſt die Natur das Geformt- oder Geſtaltetwerden der ὕλη durch die rein ideelle Einwirkung des νοῦς θεῖος. Bei ihm iſt alſo Princip: die Verwirklichung des Möglichen, d. h. die ὕλη iſt die Möglichkeit der ſich verwirklichenden Formbeſtimmung. Die Wahrheit dieſes Princips iſt alſo nicht zu verkennen; allein die Annahme eines νοῦς θεῖος iſt irrig. Dieſen die Welt umſchließenden Nous können wir weder als ein rein Ideelles, wie aus dem früher Geſagten erhellt, noch als ein Körperliches faſſen; im letzteren Fall können wir die Frage ſtellen: durch weſſen Einwirkung iſt dieſer, der Nous, zur Entwicklung gelangt? Etwa durch ſich ſelbſt? Nun, ſo bedarf auch die ὕλη keiner äußeren göttlichen Einwirkung. Wird endlich der Nous als das Zeitloſe gefaßt, ſo wird er hiermit als ein Nichtthätiges oder Nichtwirkendes beſtimmt.

Nach Platon iſt das Univerſum die Einheit der Idee und des Außerſichſeins; aber Platon verſtehet unter Idee die unſinnlichen Gattungen, Arten oder Begriffe des Erſcheinenden, die ewigen Urformen,

Würden wir wohl, frage ich nun, wenn der Geist der Natur absolut entgegengesetzt wäre, oder, wenn wir den Geist faßten als Etwas, was stets ist, was es ist, den Schlaf erklären können? Wir wollen uns die Seele als ein dem Körper Aeußerliches und dann sich in den Schlaf versenkt denken. Dieser Seelenschlaf soll, wie z. B. in der Schlafsucht, den höchsten Grad erreichen, sodaß der Kranke zwar noch zu erwecken, wenn aber erwacht, sich geistesabwesend und gegen äußere Eindrücke indifferent zeigt; ja setzen wir selbst einen wahren Todtenschlaf voraus.

Kann nun noch von einem ewigen Sichgleichbleiben, einem Nichtverändert- oder Zerstörtwerden auch nur im geringsten die Rede sein? Oder soll etwa der Körper, und nicht der Geist, in den Schlaf versinken, so ist nicht einzusehen, wie unsere Denkungskraft schwinden sollte? Und behauptet man endlich, das Seelendenkvermögen werde durch das Nervensystem vermittelt, so ist hiermit nichts weniger gesagt, als daß der Geist kein Selbstständiges, somit auch kein frei Denkendes sei.

Es geht also hieraus aufs Deutlichste hervor, daß die Natur als der Geist selbst im außersichseienden Dasein gefaßt werden müsse. Der wirkliche Geist, d. h. der Geist im eigentlichen Sinne, ist die selbstbewußte Form desselben Grundes, gehet aber in dem Schlaf in die Selbstlosigkeit, gleichsam in das vegetative Leben

---

Urgedanken des νοῦς, die realen fürsichseienden, übersinnlichen Wesen im νοῦς. Wie läßt nun Platon die Idee übergehen in die Form des Anderseins? Es wird ein Anderes der Idee gegenüber vorausgesetzt, als gleich ursprünglich absolut. Die Idee bemächtigt sich dann desselben durch die Vermittlung des νοῦς und bildet sich ihm ein, oder wird ihm durch den νοῦς eingebildet. Der Idee Platon's fehlt also, wie auch Aristoteles bemerkt, die Selbstverwirklichung. Wie ist nun die Entwicklung des Organismus zu fassen? Platon sagt hiervon nichts.

zurück; denn die Sinnesempfindungen erlischen, nur die Ernährung, die Bewegung des Herzens, die Secretionen u. s. w. gehen ununterbrochen, ja selbst gleichmäßiger und kräftiger von Statten. Im Schlaf ist die Reizbarkeit des Cerebrospinalsystems geschwächt, zurückgesunken, dagegen die des vegetativen oder reproduktiven Nervensystems erhöht.

Im Schlafen und Wachen haben wir also das offenbarste Beispiel des Uebergehens von Natur und Geist in einander.

Der Centralpunkt des ganzen Nervensystems ist das Gehirn. In diesem hat das Denken des freien Geistes, diese höchste ideelle Thätigkeit, seine nächste Naturvermittlung, sodaß die Aufhebung des Gehirns eine Aufhebung des Denkens, des existirenden oder wirklichen Geistes zur Folge hat. Auch hieraus folgt also, daß das Gehirn die Existenz des Geistes ist, daß die Materie kein dem Geiste Aeußerliches, kein von dem Geiste Verschiedenes, sondern eine Form seiner selbst ist.

Darin nun, daß Alles aus einem und demselben Grunde, nämlich aus der Einen Idee, welche sich in die verschiedenen Stufen auseinander legte, hervorgegangen, und wir als Mensch die letzte und höchste Stufe sind, in welcher der Geist zum freien Fürsichsein gelangte, ist die Möglichkeit gesetzt, Alles, das ganze Universum vollkommen begreifen zu können. Wir finden somit nothwendiger Weise denselben Gedanken, welcher im Anderen, dem Objekt ist, in unserem wieder, und umgekehrt. Wir haben Etwas noch nicht wahrhaft begriffen, so lange noch nicht jede Bestimmung desselben als eine Gedankenbestimmung erkannt ist; wir haben es erst dann begriffen, wenn wir dasselbe vollständig in Gedanken aufgelöst, in Begriffe verwandelt haben. Und wie sollte auch der Geist erkennen, wenn er sich nicht in Allem fände? Es kann daher dem Geiste nichts verborgen sein, er vermag die Tiefe aller

Dinge zu erforſchen, eben weil er ſelbſt dieſe Tiefe iſt. Wir würden oder müßten durchaus anders urtheilen, nichts würde unſerem Gedanken entſprechen, wenn nicht Alles der eine und ſelbe Geiſt wäre. —

Das Syſtem der Natur iſt nun, wie wir aus dem Dargelegten entnehmen können, Syſtem der logiſchen Idee in der Form des Andersſeins. Nach der logiſchen Idee müſſen wir daher die Naturentwickelung darzuſtellen ſuchen. *)

Entwickelung der Natur.

1) Der kosmiſche Organismus.

Die Logik beginnt mit dem reinen Sein. Das reine Sein iſt das Nichts; es exiſtirt alſo nicht. Aber es exiſtirt auch überall, läßt ſich behaupten; denn es gibt Nichts, was nicht ſowohl ſei, als es nicht ſei. Es gibt Nichts, was ein blos Poſitives, oder ein blos Negatives wäre. Jedes Ding iſt in ſich das Negative und Poſitive; es iſt in ſich die ewige Unruhe, und ſo iſt eben das Werden möglich. Denn das, was wird, iſt, und iſt nicht. Das Werden iſt die Einheit des Seins und Nichtſeins. Wenn

*) Die Logik oder die Wiſſenſchaft der reinen Idee entwickelt ſich, indem ſich die ſichwiſſende Vernunft in das abſtrakte Denken zurückfaßt; ſie iſt die ewige Nothwendigkeit der Dinge, der bewegende Geiſt der Wirklichkeit, und nicht ein blos Subjektives, wie man wohl glaubt. Es iſt daher die Hegel'ſche ſpeculative Logik durchaus von der gewöhnlichen formellen oder Verſtandeslogik, wie ſie noch immer auf faſt allen Univerſitäten in der Mode iſt, zu unterſcheiden.

Etwas entſtehet, ſo vergehet auch Etwas, oder ein Entſtehen iſt auch ein Vergehen. Wenn das Leben vergehet, entſteht der Tod; — wenn die Muskelfaſer ſich auflöſt, entſtehen andere Verbindungen, andere Materien daraus, oder, wenn nicht ſelbſt eine wirkliche Zerſetzung eintritt, ſo finden doch faſt continuirlich Cohäſions- oder Formveränderungen ſtatt. Alſo immer ein Umſchlagen des Seins in das Nichtſein, und umgekehrt.

Wenn daher geſagt wird, die Welt ſei aus Nichts hervorgegangen, ſo haben wir dies nur im obigen Sinne zu verſtehen. Denn das reine Sein oder Nichts (Gott oder das Abſolute, oder, die Vernunft in ihrer Unmittelbarkeit iſt das reine Sein oder das Nichts), als für ſich exiſtirend, iſt unmöglich, es iſt ebenſo unmöglich, als die Natur ſich in ihre abſtrakte Form zurückzufaſſen vermag.

So iſt alſo die Natur das ewige Werden der Vernunft. Jede Wirklichkeit ſchlägt um in Möglichkeit, jede Möglichkeit in Wirklichkeit, und ſo ſchlagen beide ewig in einander um.

Es iſt die Natur nicht einmal geworden, oder in einer Zeit hervorgegangen; denn ſie hat in ihrer Totalität keinen Anfang und kein Ende. Jedes einzelne Moment der Natur iſt indeſſen, da es ein Beſchränktes, oder die Natur der Proceß des Setzens und Aufhebens aller beſonderen Geſtalten iſt, der Endlichkeit unterworfen. Alſo nur die Natur in ihrer Totalität, als das abſolute Außerſichſein, iſt unendlich. Und ſo iſt denn auch unſer Sonnenſyſtem, da es ein beſonderes Moment der Natur iſt, ſowohl einem Ende als einem Anfang unterworfen; es war eine Zeit, wo daſſelbe in die Exiſtenz trat, und es wird eine Zeit kommen, wo es ſich wieder in die Indifferenz auflöſen, in den Anfang oder Keim zurückkehren wird.

Es war alſo eine Zeit, wo unſere Erde nicht exiſtirte, es war ſomit eine Zeit, wo unſere Sonne, um die jetzt die Planeten kreiſen, nicht vorhanden war; aber es waren andere Weltkörper,

andere kosmiſche Organismen da! Allein es war auch eine Zeit, wo dieſe noch nicht erſchienen, aber es kreiſten wiederum andere Himmelskörper in dem großen, unendlichen Himmelsraume, u. ſ. f. Hieraus folgt nun aber durchaus nicht, daß es eine Zeit gegeben, wo Nichts vorhanden geweſen wäre; denn woher ſollte das Etwas gekommen ſein? Aus Nichts, d. h. dem reinen Nichts, kann nie Etwas werden, und iſt es auch nie geworden.

Alſo es war keine Zeit, wo Nichts war; denn das Entſtehen und Vergehen der Dinge iſt eben die Zeit, und nicht in der Zeit entſtehen und vergehen die Dinge, wonach die Zeit ein die Objekte Umſchließendes wäre.

Hegel ſagt: „Die Zeit iſt, wie der Raum eine reine Form der Sinnlichkeit oder des Anſchauens, das unſinnliche Sinnliche. — Die abſolute Zeitloſigkeit iſt von der Dauer unterſchieden; das iſt die Ewigkeit, die ohne die natürliche Zeit iſt. Aber die Zeit ſelbſt iſt in ihrem Begriffe ewig; denn ſie, nicht irgend eine Zeit, noch jetzt, ſondern die Zeit als Zeit iſt ihr Begriff, dieſer aber ſelbſt, wie jeder Begriff überhaupt, das Ewige, und darum auch abſolute Gegenwart. Die Ewigkeit wird nicht ſein, noch war ſie; ſondern ſie iſt. Die Dauer iſt alſo von der Ewigkeit darin unterſchieden, daß ſie nur relatives Aufheben der Zeit iſt; die Ewigkeit iſt aber unendliche, d. h. nicht relative, ſondern in ſich reflektirte Dauer.“ *)

So wie die Individuen vergehen, ſo auch, ſage ich nochmals, wird ſich dereinſtens unſer Sonnſyſtem (nicht etwa die Erde allein), wo nämlich das Leben der kosmiſchen Organismen mehr und mehr erſtarrt und ſich endlich erſchöpft, und wo auch der menſchliche

*) Vorleſungen über die Naturphiloſ., herausgegeben von Michelet. S. 53 und 55.

Geiſt das Univerſum durchweg erfaßt haben wird, auflöſen. Iſt dies geſchehen, iſt Alles in den Keim zurückgegangen, ſo beginnt alsbald ein neues Syſtem.

Von dieſem Keim müſſen wir nun bei unſerer Naturentwicklung ausgehen. Daß dieſer Keim unſeres Sonnenſyſtems wirklich einmal vorhanden geweſen, erkennen wir in unſerem Planeten, denn er zeigt Geſchichte der Entwickelung.

Das erſte Erſcheinen der Natur kann nur ein ganz Abſtraktes, Unmittelbares ſein, welches aber ſogleich zerfällt, eben weil es unmittelbar iſt.

So ſetzen wir nun als die erſte abſtrakte Materie den Äther (wie wir ſie nennen wollen, denn auf den Namen kommt es hier nicht an), ein ganz indifferentes Elaſtiſch-Flüſſiges; denn dieſes iſt die erſte abſtrakte Form des Körpers!

Aus dieſem Aether, dieſer abſtrakteſten Verkörperung, oder dieſem unmittelbarſten Daſein der Idee, gehen nun, ſeine Exiſtenz aufhebend und ſich differenzirend, die kosmiſchen Organismen hervor. Es ſondert ſich der Aether, ähnlich dem Waſſer etwa, in Kugelformen. Indem ſich ein Moment des Aethers concentrirt, ſtößt es das andere ab, und auf dieſe Weiſe tritt eine Reihe von Himmelskörpern in's Daſein. Nicht aber dürfen wir uns dem Glauben hingeben, wie es wohl häufig geſchiehet, daß ein Himmelskörper aus dem anderen, ja wohl alle Planeten aus der Sonne, dieſem allgemeinen Centralkörper, entſtanden ſeien.

Das Sonnenſyſtem hat vier Glieder: Sonne, Komet, Mond und Planet, und dieſe zuſammen bilden Ein organiſches Ganzes.

Die Sonne iſt ſonach ein Fürſichſein gegen die Planeten, und hierin liegt der Grund der Abſtoßung der Planeten und Kometen von ſich; ebenſo iſt jeder Planet ein Fürſichſein gegen die übrigen Planeten, und alle ſind für einander. Und in dieſer Vermittlung

des Fürſichſeins und Seins für Anderes iſt das organiſche Gleichgewicht begründet. *)

Alle Planeten ſtehen als Glieder des Syſtems zur Sonne, wie unter ſich ſelbſt, in Polarität, alle ſind gegen einander geſpannt, und dieſe Spannung löſt ſich auf in der Bewegung; denn Alles, was geſpannt iſt, iſt in Unruhe.

Da nun die Maſſe der peripheriſchen Körper, der Planeten, Monde und Kometen, eine gegen die Centralmaſſe relativ ver-

---

*) Hierin hat auch das Niederfallen eines Körpers zur Erde ſeinen Grund. Der Stein fällt zur Erde, weil er ein Sein für dieſe iſt; denn dadurch, daß etwas ſeine Einheit nicht in ſich, ſondern in einem anderen hat, iſt es ſchwer. Alles ſtrebt nach dem Mittelpunkt. Der Mittelpunkt iſt aber nichts Materielles. Das Weſen des Körpers beſtehet darin, ſeinen Mittelpunkt außer ſich zu ſetzen. Es iſt die Materie nur das Streben nach ihrem Mittelpunkte, ſie hat ihre Seele außer ſich, oder jedes Moment derſelben hat ſeinen Schwerpunkt, ſein Fürſichſein in anderen Momenten, dieſe wieder in anderen, alſo alle außer ſich, d. h. alle in Einem. Hegel ſagt: „die Einheit der Schwere iſt nur ein Sollen, eine Sehnſucht, das unglückſeligſte Streben, zu dem die Materie ewig verdammt iſt; denn die Einheit kommt nicht zu ſich ſelbſt, ſie erreicht ſich nicht. Wenn die Materie das erreichte, was ſie in der Schwere ſucht, ſo ſchwitzte ſie in Einen Punkt zuſammen. Dieſe Einheit kommt hier noch nicht zu Stande, weil die Repulſion ein ebenſo weſentliches Moment der Materie iſt, als die Attraktion.“ Die Schwere iſt alſo die Reduktion der Materie zur negativen Identität.

Würden die Phyſiker die Wahrheit des Geſagten erkennen, ſie würden nicht mehr behaupten, daß z. B. beim Pendel die Reibung das alleinige Hemmungsmittel wäre, ſie würden erkennen, daß es weſentlich die Schwere iſt, wodurch der Pendel zur Ruhe kommt; auch würden ſie nicht mehr den Satz aufſtellen, daß ein in Bewegung ſeiender Körper ſich in alle Ewigkeit fortbewegen würde, wenn kein Hinderniß in den Weg käme, u. ſ. w.

ſchwindende iſt, ſo iſt dieſe, die Sonne, der relativ ruhende Körper, um welchen die andern in Ellipſen ſich bewegen.

Wie die Planeten der Sonne näher kommen, werden dieſelben, da ſie jetzt quasi gleichnamig geworden, wieder abgeſtoßen; das Verhältniß wechſelt alſo, und daher die elliptiſche und nicht die kreisförmige Bewegung. So allein iſt die Sache zu faſſen.

Nach der gewöhnlichen Anſicht ſoll indeſſen in der Bewegung des Planeten von der Sonnenferne nach der Sonnennähe die Centrifugalkraft kleiner ſein, als die Centripetalkraft, und in der Sonnennähe ſoll dann (ohne Weiteres vorausgeſetzt) wieder die Centrifugalkraft größer werden, als die Centripetalkraft.

Ich behaupte aber, daß, wenn die Anziehungskraft einmal überhand genommen, der Planet dem Geſetze der Schwere folgen und zur Sonne ſtürzen würde.

Uebrigens iſt's höchſt thöricht von einer Centripetal- und Centrifugalkraft, als ſelbſtſtändigen Dingen, welche rein vorausgeſetzt werden, zu reden, als ob jede der genannten Kräfte für ſich, jede außerhalb der anderen, exiſtirte.

Sodann wird die Bahnbewegung der Planeten betrachtet als Folge eines erhaltenen Stoßes, welcher die Planeten ewig nach derſelben Richtung forttreibt. Aber wer hat den Planeten den Stoß gegeben? —

Goethe ſagt (Werke, Bd. I. S. 227):

„Was wär' ein Gott, Der nur von außen ſtieße,
Im Kreis das All am Finger laufen ließe!
Ihm ziemt's, die Welt im Innern zu bewegen,
Natur in Sich, Sich in Natur zu hegen,
So daß, was in Ihm lebt und webt und iſt,
Nie Seine Kraft, nie Seinen Geiſt vermißt." *)

*) „Die Kirche hat, als man beim ſogenannten Wiedererwachen der Wiſſenſchaften ſich daran begab, die einzelnen Erſcheinungen der Natur

Und der geistreiche Oken spricht: „Der Planet rollt aus innerer Kraft zu und von der Sonne, wie das Blut zum und vom Herzen. Der Planet kann aber doch nicht aus seinem Laufe gerückt werden, weil die andern Weltkörper, etwa Kometen, nicht mechanisch auf ihn wirken, sondern auch nur polar. Durch diese Polarität halten sie sich selbst immer fern, wie sich die Sonne fern von den Planeten hält." *)

Hören wir endlich noch Hegel: „Die Bewegung der Himmelskörper ist nicht ein solches Hin- und Hergezogensein, sondern die freie Bewegung; sie gehen, wie die Alten sagten, als selige

---

auf denselben zu Grunde liegenden Kräfte zurückzuführen, dies Unternehmen um deswillen für gottlos erklärt, weil, wenn es die Kräfte der Gravitation, der Vegetation u. s. w. seien, welche die Bewegung der Himmelskörper, das Wachsthum der Pflanzen u. s. w. veranlassen, für die göttliche Weltregierung nichts zu thun übrig bleibe und Gott somit zu einem bloßen Zuschauer bei solchem Spiel der Kräfte herabgesetzt werde. Nun haben zwar die Naturforscher, und namentlich Newton, indem sie sich der Reflexionsform der Kraft zur Erklärung der Naturerscheinungen bedient, zunächst ausdrücklich bevorwortet, daß damit der Ehre Gottes, als des Erschaffers und Regierers der Welt, kein Abbruch geschehen solle; es liegt indessen in der Consequenz dieses Erklärens als Kräften, daß der raisonnirende Verstand dazu fortschreitet, die einzelnen Kräfte eine jede für sich zu fixiren und dieselben in dieser Endlichkeit als ein Letztes festzuhalten, welcher verendlichten Welt selbstständiger Kräfte und Stoffe gegenüber, zur Bestimmung Gottes nur die abstrakte Unendlichkeit eines nicht erkennbaren, höchsten jenseitigen Wesens übrig bleibt. Dies ist dann der Standpunkt des Materialismus und der modernen Aufklärung, deren Wissen von Gott, unter Verzichtleistung auf das Was, sich auf das bloße Daß seines Seins reducirt." (Hegel, Logik, herausgegeben von Henning, S. 273; vergl. auch S. 141 ff., und S. 227.)

*) Lehrbuch der Naturphilosophie. S. 49.

Götter einher. Die himmlische Körperlichkeit ist nicht eine solche, welche das Princip der Ruhe oder Bewegung außer ihr hätte. Weil der Stein träge ist, die ganze Erde aber aus Steinen bestehet, und die anderen himmlischen Körper eben dergleichen sind, — ist ein Schluß, der die Eigenschaften des Ganzen denen des Theils gleichsetzt. Stoß, Druck, Widerstand, Reibung, Ziehen und dergleichen gelten nur von einer andern Existenz der Materie, als die himmlische Körperlichkeit." *)

Betrachten wir nun die physikalische Bestimmtheit der Glieder des Sonnensystems.

1) Die Sonne, welche der allgemeine Centralkörper, das Centrum des Ganzen ist, und der die peripherischen Körper gegenüber stehen, haben wir zunächst in Betrachtung zu ziehen.

Der Begriff der Sonne ist das abstrakte Scheinen, d. h. ihre Bestimmung ist Lichtkörper, Lichtprincip zu sein; sie ist wesentlich ein Elastisch-Flüssiges, und hat keinen festen, wohl aber einen dunkleren Kern; denn im ersteren Falle wäre sie planetarisch. Es ist dieselbe ein Insichfließendes, Insichbewegendes, wie gesagt, ein Elastisch-Flüssiges, an welchem sich das Leuchten, in Folge der immanenten Spannung, in dem Verhältniß zu den planetarischen Körpern offenbart, d. h. die elastische Spannung, dieser eigne Druck ist das continuirliche Ausschlagen zu Licht. **) Oken sagt: „Die Sonne kann nie erlöschen, nie finster werden, denn sie leuchtet nicht als ein Feuer, sondern blos dadurch, daß sie in der Mitte stehet — ihr bloßes Dastehen, ihr Fesseln der Planeten ist Licht." ***)

---

*) Vorlesungen über die Naturphilosophie. S. 97.

**) Vergl. auch Bayrhoffer, Beiträge zur Naturphilosophie. 1. Beitr. Seite 80 f.

***) l. c. pag. 40.

Nicht ganz Unrecht hat daher Herſchel, wenn er das Leuchten der Sonne mit einer elektriſchen Entladung vergleicht. *)

Einen gewiſſen Proceß müſſen wir auf der Sonne anerkennen, nämlich ein partielles Uebergehen des dunklen Kerns in eine Lichthülle, und umgekehrt. Hierin ſind die zum Vorſchein kommenden Sonnenfackeln — Erſcheinungen, wo das Licht mit einer beſondern Intenſität leuchtet — und Sonnenflecken — wo das Licht dunkel erſcheint — begründet.

2) Der Komet iſt der ſtehen gebliebene Keim des concreten Himmelskörpers, er iſt das, was der Planet einſt war. Im Kometen verharrt aber ſtets dieſer Keim, es iſt dies ſeine Beſtimmtheit, daher er keiner weiteren Entwickelung fähig iſt; er iſt gleichſam das Infuſionsthierchen im Sonnenſyſtem.

Phyſikaliſch iſt der Komet das nebelartige Durchſichtige, oder vielmehr das Durchſcheinende, mit einem nur abſtrakten Gegenſatz von Kern und Hülle. Herſchel hat ſelbſt durch den Kern des Kometen Sterne wahrgenommen.

Ein intereſſantes, zugleich ſchwierig zu faſſendes Phänomen iſt der Schweif des Kometen. Derſelbe iſt ſtets von der Sonne abgewendet. Der Komet beſitzt nun dieſen Schweif nicht, ſondern entwickelt ihn erſt, und es iſt derſelbe wohl nichts Anderes, als eine ſich concentrirende und wieder expandirende und dadurch zum Leuchten ausſchlagende Atmoſphäre des Kometen.

Die Kometen ſind ohne Rotation um ſich ſelbſt, ſie bewegen ſich ebenfalls, wie jeder andere peripheriſche Körper, um den Centralkörper, aber ſie umkreiſen dieſen nach den verſchiedenſten Richtungen. Viele ſind gar nicht wieder zur Erſcheinung gekommen, haben ſich alſo wieder aufgelöſt.

---

*) Die Lehren der Aſtronomie. S. 244.

3) Der Mond ist eine schon höhere Entwickelung; er bildet den Uebergang zu dem Planeten.

Der physikalische Charakter des Mondes ist die Starrheit; derselbe ist, wie die genauesten Beobachtungen gezeigt haben, nichts als ein Krystall, er ist die erstorbene Individualität. Die Berge des Mondes zeigen einen vulkanischen Charakter. Es hat der Mond keine Atmosphäre, kein Meer, daher ihm auch alles vegetative und animalische Leben abzusprechen ist. Und dasselbe gilt von den übrigen Trabanten.

Der Mond bewegt sich nicht frei um sich selbst, sondern seine Bewegung um sich selbst ist identisch mit der um den Planeten. Mit dem Planeten umkreist er dann auch die Sonne. Bis jetzt sind achtzehn Trabanten bekannt; die Erde hat einen, Jupiter hat deren vier, Uranus sechs und Saturn sieben.

Der Grund, warum der eine Planet nur einen Mond hat, der andere hingegen mehrere, ist zunächst in der Entfernung zu suchen, denn wo diese am größten, war die Anziehung am geringsten, und es fand Zertheilung der Aethermasse in mehrere Kugeln statt. Nees von Esenbeck sagt blos: „Je selbstständiger ein Planet ist, desto mehrere Monde hat er. Die Selbstständigkeit aber wird durch die mittleren Entfernungen bestimmt.“ *) Weiter sagt Nees von Esenbeck (l. c.): „Da aber im Weltsystem alles sich relativ wie Planet, Komet und Sonne verhält, so haben auch die Monde ihre Trabanten, welche, als Meteorsteine, selbst bis zum Planeten gelangend, den Nexus verkörpern.“ Auf diese Phantasie bemerke ich nur in Beziehung auf die Meteorsteine, daß die Annahme, als seien die Meteore eigenthümliche Welt-

*) Das System der speculativen Philosophie. Bd. I. (Naturphilosophie) Seite 203.

körper, oder nach Anderen, Auswürflinge des Mondes u. ſ. w., durchaus keine Anerkennung verdiene. Die Meteorſteine, wie die Sternſchnuppen und Feuerkugeln ſind nichts, als Gebilde der Atmoſphäre; ſie ſind das Reſultat des Proceſſes der in der Luft enthaltenen Materien. Ich ſage daher mit Hugi: „Die Feuerkugeln haben mit den Sternſchnuppen offenbare Analogie und gewiß auch den gleichen atmoſphäriſchen Urſprung, ebenſo die Meteorſteine u. ſ. w.," *) jedoch nicht, wie man aus dem Geſagten erſieht, in dem Sinne Hugi's, als verwandle ſich etwa die Luft ſelbſt in jene Gebilde; denn die Elementen-Verwandlung, der ſelbſt Hegel Glauben ſchenkte, iſt nichtig in ſich.

Die Entſtehung des Mondes betreffend, ſo iſt ſie analog der der übrigen kosmiſchen Organismen. Die Aetherſphäre differenzirte ſich, es bildete ſich zunächſt ein Centrum, ein feſterer Kern, dieſer zog die Umgebung an ſich, d. h. es legten ſich, wie wir ſagen können, Hohlkugeln jenem Kern oder Centrum an, und ſo fort bis die umgebende Aethermaſſe gänzlich in ein feſteres, zugleich unterſchiedenes oder differenzirtes Gebilde verwandelt war. Der entſtehende Himmelskörper nimmt alſo, ſich mehr und mehr concentrirend, ſtets an ſeiner Größe ab.

4) Der Planet iſt der concreteſte Körper; auf ihm erſt kommt das Leben und die Wahrheit des Lebens, die freie für ſichſeiende Idee, zur Erſcheinung. Aber es treten die Lebensformen auf den unterſchiedenen Planeten verſchieden auf, eben weil ſie unter verſchiedenen Verhältniſſen entſtehen.

Jeder Planet hat ſeine drei phyſikaliſchen Momente: Feſtes, Flüſſiges und Luftiges. Die Atmoſphäre des Uranus z. B. beſteht ebenfalls aus einem verbrennenden und einem indifferenten Elemente, nur mit dem Unterſchiede, daß dort der Sauerſtoff etwa von

*) Grundzüge zu einer allgemeinen Naturanſicht. S. 118.

anderer Cohäſion, ſpec. Schwere u. ſ. w. iſt; auf unſeren Planeten, die Erde gebracht, würde er ein ganz anderes Verhalten zeigen, als der Sauerſtoff unſerer Atmoſphäre; er würde entweder die Metallitäten mit viel größerer Energie oxydiren, oder ſich auch vielleicht indifferenter zeigen. Daſſelbe gilt von den übrigen Elementen. Im Weſentlichen ſind die Gebilde der Planeten identiſch. Die Vegetation des Uranus, Jupiters, Saturns u. ſ. w. iſt im Weſentlichen mit der unſerer Erde übereinſtimmend; auch auf dem Jupiter würden uns, wenn wir eine Excurſion dort hin machen könnten, Acotyledonen, Monocotyledonen und Dicotyledonen begegnen, wir würden Farnkräuter, Schachtelhalme, wir würden Gräſer, Binſengräſer, Seeroſen, Lilien, Narziſſen, wir würden endlich Zapfenbäume, Plantagineen, Labiaten, Dolbengewächſe, Papilionaceen u. ſ. w. daſelbſt finden, nur hinſichtlich der Größe, Cohäſion, Farbe u. ſ. w. von denen unſerer Vegetation verſchieden. Daſſelbe ſei von dem Thier, und daſſelbe von dem Menſchen geſagt. —

Der Planet iſt der centroperipheriſche Körper; denn er erſcheint gegen die Sonne als Peripherie und gegen den Mond als Centrum. Sämmtliche Planeten unſeres Sonnenſyſtems bilden eine geſetzmäßige Knotenlinie; alle bewegen ſich um ihre eigene Achſe, wie auch zugleich um den Centralkörper.

Der Planet nun als der concrete Körper entwickelt ſich weiter zu einem beſonderen Organismus, zu dem planetariſchen oder telluriſchen Organismus.

2) Der planetariſche Organismus.

Die Aetherkugel differenzirt ſich zunächſt in die drei phyſikaliſchen Momente des Tellurismus, in die Luft, das Waſſer und Feſte. Die Geneſis dieſer Momente iſt aber nicht ſo zu faſſen, als

seien die chemischen Elemente schon im Aether vorhanden gewesen, wie unter andern Mulder glaubt. *) Die Elemente der Luft, der Sauerstoff und Stickstoff, waren nicht im Aether enthalten, aus deren Vereinigung dann die Luft hervorgegangen wäre, sondern beide, Sauerstoff und Stickstoff, sind in und mit der Luft zur Existenz gekommen. Und ebenso waren denn auch der Wasserstoff des Wassers, wie der Kohlenstoff (das metallische Element) des Festlandes nicht in dem abstrakt Elastisch-Flüssigen, dem Aether, steckend.

Untersuchen wir die drei Momente des tellurischen Organismus, so finden wir, daß sich das Sauerstoff-Element durch alle Formen des Tellurismus (ausgenommen einige edle Metalle) continuirlich hindurch ziehet, daß der Sauerstoff allem Anderen gleichsam gegenüber stehet.

1) Die Luft, welche wir zunächst betrachten, ist also die Vermittlung des Sauerstoffs mit dem Stickstoff. Diese Vermittlung fand auf die Weise statt, daß ein Moment des Aethers sich in einen Gegensatz, in zwei gegenüber stehende Gassphären entwickelte, wo sich die eine als Sauerstoff, die andere als Stickstoff specificirte, beide Elemente dann im Momente ihres Entstehens zur Identität, zu Luft, zusammenschlugen. Die Luft entwickelte sich aus der Peripherie der Aetherkugel, und weil so der Sonne, dem Lichte zugekehrt, ward sie sonnen- oder lichtartig, d. h. Luft. Die Luft ist das dem Lichte Verwandteste; daher auch in etymologischer Hinsicht.

Wie die Sonne als Lichtprincip die Bestimmung hat, sämmtliche Planeten zu begeisten und irritiren, so ist die Bestimmung

*) Das Streben der Materie nach Harmonie. S. 8 ff. Eine übrigens achtbare Schrift! Wir erkennen aus dieser Schrift, daß Mulder auf einer weit höheren Stufe steht, als Liebig.

der Luft, resp. des Sauerstoffs, alles Andere unserer Erde zu befeuern und zu beleben, und zwar in einer concreteren Weise, als es das Licht thut. Durch die Luft ist der Feuerproceß bedingt, sie ist es, welche das Venenblut in arterielles verwandelt, überhaupt die mannigfaltigsten Veränderungen in den Planetengebilden hervorruft. Obgleich also der Sauerstoff der Luft sich mit dem Stickstoff ausgeglichen, so ist sie dennoch das anfachende, befeuernde Princip, was darin seinen Grund hat, daß die Qualitäten beider Elemente in der Einheit als solche noch in einem gewissen Grade hervortreten, nicht so sehr zur Indifferenz zusammengesunken sind, als in vielen andern chemischen Vermittlungen, nicht so sehr als z. B. in dem Wasser.

Zum wesentlichen Charakter der Luft gehört noch ihre Farblosigkeit und Durchsichtigkeit, begründet in der vollkommenen Homogeneität.

Das Nähere ist Gegenstand der allgemeinen Chemie.

2) Das Wasser ist die Identität von Sauerstoff und Wasserstoff, und es sind diese Elemente mehr zur Indifferenz, Neutralität oder Passivität zusammengesunken, als in der Luft. Die Elemente, der Sauerstoff und Wasserstoff, entstanden auch hier in und mit dem Wasser.

Der dem Lichte zugewandten oder der Sauerstoffsphäre gegenüber entstanden alle übrigen Körperlichkeiten, welche aber im Entstehungsmomente sich mit dem Sauerstoff vermittelten, und zwar je nach oder unter den verschiedenen Verhältnissen differenzirte sich der Aether in die verschiedensten Materien oder Elemente, so daß also alle bloße Modificationen eines und desselben Elements, des Aethers, sind.

In unserem Falle trat dem Sauerstoff, dem verbrennenden Princip, das brennbare, der Wasserstoff, entgegen, aus deren Vereinigung das Wasser resultirte.

Dieſes iſt als ſolches ohne Geruch und Geſchmack und in einem gewiſſen Grade durchſichtig. In Verbindung mit der Kohlenſäure iſt es das Alles Auflöſende, und das mütterliche Princip bei der organiſchen Bildung. Ohne Waſſer kann kein Leben zur Erſcheinung kommen. Wir ſehen, daß, wenn in geraumer Zeit kein Regen die Erdoberfläche erfriſchte, Alles gleichſam die Flügel hängt, daß die Vegetation in ihren Bildungen gehemmt iſt. Mit Recht hat man das Waſſer das Blut der Erde genannt.

Wie nun Sauerſtoff und Stickſtoff das eigentlich Luftige, Sauerſtoff und Waſſerſtoff das Flüſſige bildet, ſo bildet der Sauerſtoff mit dem Kohlenſtoff oder vielmehr dem metalliſchen Element das Concretere, ja das eigentlich Feſte. Dieſe drei Momente des Tellurismus bilden die Baſis des Lebens; denn ohne Waſſer iſt kein Leben möglich, auch ohne die Luft, ohne dieſes anfachende und begeiſtende Princip, kann keine Lebensgeſtalt hervorgehen, und ebenſo nicht ohne das Feſte, Concretere; nur durch das Zuſammentreten und gegenſeitige Wirken aller drei Momente erzeugt und erhält ſich das Leben.

3) Das Feſte iſt alſo die Einheit des Sauerſtoffs mit dem metalliſchen Princip. Alle concreten Formen des Feſtlandes gingen ebenfalls, wie das Flüſſige und Luftige, urſprünglich aus Einer Grundlage hervor.

Eine falſche Vorſtellung iſt's, wie geſagt, als ſeien die Elemente als ſolche in dem Aether aufgelöſt geweſen; und ebenſo einſeitig und verwerflich iſt jene Hypotheſe, nach welcher die Felsarten urſprünglich aus dem Waſſer ſich abſetzten oder präcipitirten; denn, können wir fragen, wie ſind dieſelben hinein gekommen? Sind ſie vom Himmel gefallen? Und verkehrter noch iſt endlich die Anſicht, das Feſte ſei aus dem Organiſchen entſtanden, wobei man nämlich den Polierſchiefer im Sinne hat.

Wir ſagen vielmehr: aus einem ganz Abſtrakten hat ſich Alles Verſchiedene gebildet.

Wie und auf welche Weise fand nun z. B. der Granit, dieses wesentlich aus Quarz, Feldspath und Glimmer zusammengesetzte Gestein, sein Dasein? Oder wie haben wir zunächst die Entstehung der Kieselerde, Thonerde und des Kali's, als die Bestandtheile des Feldspaths, zu denken?

Der Aether entwickelte sich in einen Gegensatz, die eine dem Lichte zugewandte Hälfte specificirte sich zu Sauerstoff, die andere aber etwa zu Silicium (nicht zu Stickstoff, wie bei der Luftbildung, da hier andere Verhältnisse im Spiele sind), beide Elemente vereinigten sich aber sogleich zu Siliciumoxyd oder Kieselerde. So entstand denn auch unter einem anderen Verhältniß aus Aluminium und Sauerstoff die Thonerde, und wieder unter anderen Verhältnissen das Kali, das Natron, die Kalkerde, auch die Kohlensäure, das Ammoniak u. s. w.

Die planetarische Gaskugel nimmt so successiv festere Form an, und in Folge dieser Processe gehet sie endlich in den feurigflüssigen Zustand über, während welcher Zeit das mittlere Moment des Tellurismus, das Wasser, in der Atmosphäre schwebte.

Die gebildeten Körper werden jetzt flüssig, und es finden fernere Vereinigungen statt. Die Kieselerde tritt mit der Thonerde, mit dem Kali und dergl. in Verbindung, es bildet sich kieselsaure Thonerde, kieselsaures Kali u. s. w. Tritt ferner die kieselsaure Thonerde mit kieselsaurem Kali zusammen, so ist das Resultat der Vereinigung der Kalifeldspath, oder nimmt das Natron die Stelle des Kali's ein, so bildet sich der Albit oder Natronfeldspath. So gehen aus der Vermittlung des chemischen Gegensatzes die concreteren Körper hervor.

Fand die kieselsaure Thonerde keine Verbindung, mit welcher sie sich ferner vereinigen konnte, so trat sie als solche hervor, und zwar je nachdem sie krystallinische Form annahm, als gewisse Mineralien. Und fand endlich selbst die Thonerde keine Verbin-

dung, mit der sie eine weitere chemische Einheit bilden konnte, so erschien sie als Korund, Rubin, Saphir u. s. w., während Kieselerde zum Theil aus Quarz, Bergkrystall, oder je nach den färbenden Metalloxyden, als Amethyst, Carneol, Chrysopras u. s. w. auftrat.

Aus der Vereinigung oder vielmehr Zusammensetzung des Quarzes, Feldspathes und Glimmers entspringt dann der Granit, u. s. w.

Nachdem das Urgebirge sich gebildet und die Erdrinde abgekühlt hatte, fand eine Condensation des in der Atmosphäre enthaltenen Wassergases zu Wasser statt, welches, nebst der Kohlensäure auf den Planeten herabstürzte und, die Urgesteine theilweise zersetzend, auflösend und wieder absetzend, die Bedingung zur Entstehung der jüngeren Gebirgsformationen wird.

Sehr gut sagt daher in obiger Beziehung schon der Philosoph Leibnitz (Théodicée § 244): „Car lorsque la surface de la terre s'était refroidie après le grand incendie, l'humidité que le feu avait poussée dans l'air, est retombée sur la terre, en a lavé la surface, et a dissous et imbibé le sel fixe resté dans les cendres, et a rempli enfin cette grande cavité de la surface de notre globe pour faire l'Océan plein d'une eau salée."

Zugleich aber zeigt sich der Plutonismus thätig, die innere Glut befreit sich nach Außen, die Rinde berstet, es erfolgen Senkungen und Erhebungen, — es entstehen die vulkanischen Gebilde.

Außerdem finden fortwährend mannigfaltige chemische Processe, die Bildungen von Mineralien statt.

Aber auch beginnen endlich, namentlich an der Erdoberfläche, wieder Zerstörungen des Gebildeten, das Feste zerfällt und verwittert. Das Wasser nimmt das Feste in sich auf, auch enthält

es das Luftige, die Kohlensäure und das Ammoniak schon in sich, es wird zum Concretflüssigen, zur Einheit des Festen, Flüssigen und Luftförmigen, und diese subjektivirte und idealisirte Masse ist dann der Boden oder die Matrix des Lebens. So wird der tellurische Organismus Bedingung des lebendigen Organismus.

3) Der lebendige Organismus.

Aus den zu einer mechanisch-chemischen Einheit vermittelten Elementen ging zunächst unter dem Einflusse von Luft und Licht, als den beiden anfachenden und begeistenden Principien, die allgemeine Materie des Lebens, — der sogenannte Urschleim hervor. Ueberall überziehet sich jetzt der Planet, wo die erforderlichen Bedingungen gegeben, mit dieser Lebensmaterie, welche aber alsbald in abstrakte Bläschen oder Kügelchen zerfällt, aus denen vorerst die niedrigsten Pflanzenformen entstehen. Aber was ist denn eigentlich dieser Urschleim, diese materia matrix? Nichts als gewöhnlicher vegetabilischer Schleim, welcher, je nach den Ortsverhältnissen, verschiedene unorganische Verbindungen, theils mechanisch, theils chemisch, in sich enthält. Und wie ist die Genesis dieses Schleims zu fassen? Nicht anders, als daß die Kohlensäure und das Wasser in ihre Elemente aufgelöst werden, der Sauerstoff und Wasserstoff des Wassers und der Kohlenstoff der Kohlensäure sodann in unmittelbare Einheit treten, und eine ternäre Verbindung, den Pflanzenschleim, $= C_6 H_{10} O_5$, constituiren. Dieser zerfällt in Bläschen und es erzeugen sich die einfachsten Protophyten, nicht aber zugleich die abstraktesten Protozoen. Letztere können noch nicht in die Existenz treten, sie resultiren erst aus den untergegangenen Urpflanzen, resp. aus dem Stickstoff-haltigen vegetabilischen Eiweiß. Dieses, welches dieselbe Zusammensetzung wie das thierische Eiweiß oder wie das

Fibrin besitzt, erleidet unter gewissen Verhältnissen eine Cohäsionsveränderung, und es erscheint das einfachste Infusionsthierchen. Falsch ist es, wenn man glaubt, jene Ur-Bläschen oder Ur-Eier seien sowohl die Grundlage der Thier- als Pflanzenformen. *) Auch in Infusionen gehen immer neue Pflanzengestalten aus dem vegetabilischen Schleimbläschen, und Thiergestalten aus den vegetabilischen Eiweißbläschen hervor; erfährt das Eiweiß eine Zersetzung, d. h. wird es in Schleim verwandelt oder zurückgeführt, so kommen stets Pflanzengebilde zur Erscheinung.

Zuerst erschienen auf dem Planeten die niedrigsten Gestalten des Lebens; durch deren Auflösung oder Untergang entstand eine viel bildsamere, von der Idee leichter zu überwältigende Grundlage, — und es treten höhere Formen hervor, und sofort bis die völlig entwickelte oder höchste Totalität, zu der die Idee tendirte, erschienen. Daß in Wahrheit zuerst die abstrakten Gebilde, und später erst die vollkommeneren auftreten, was ja ganz dem Begriffe entspricht, davon zeugt auch die geologische Entwickelung unserer Erde; auch in Infusionen entstehen immer die abstraktesten Formen zuerst, und später erst die concreteren.

Also das Leben tödtet sich stets selbst, um aus dieser Selbsttödung höhere Gestalten hervortreten zu lassen.

Immer ist es der Pflanzenschleim oder das vegetabilische Eiweiß, aus welchen die Pflanzen- und Thiergestalten entspringen.

Eine Ur-Erzeugung kann durchaus nicht mehr bestritten werden; die Voraussetzung von Samen und Eiern ist eine Thorheit im höchsten Grade. Denn, sagt Bayrhoffer: „Die Ur-Keime der Organismen nur voraussetzen (wie auf religiösem Standpunkte Gott nur vorausgesetzt wird), sie zu Sonnenstäubchen

*) Vergl. Heusinger, Grundzüge der vergleichenden Physiologie. S. 168.

machen, Herbart'sche Atome oder Monaden postuliren, Einschachtelungen und Infusorienconglomerate setzen: dieses Alles ist dasselbe, als wenn man in dem Urflüssigen Kiesel, Thon, Kalk und s. f. mechanisch oder chemisch aufgelöst stecken läßt, d. h. es ist Product der Unwissenheit, der Vorstellung und des mechanischen Verstandes, welcher äußerlich voraussetzet, anstatt das Schaffen zu erfassen. Von diesen Theorieen der Geistlosigkeit wimmelt noch die empirische Wissenschaft, wie die abstrakte Naturphilosophie von leeren Schematismen und Spielereien des Parallelismus." *)

Hören wir hierüber Wilbrand: „Obschon man sich alle Mühe gegeben hat, die Erzeugung dieser organischen Molekule (der Priestley'schen grünen Materie, und der Infusionsthierchen) aus Samen und Eiern darzuthun, so ist doch alles Bemühen fruchtlos gewesen. Es lies sich dieses schon von selbst erwarten. Könnten sich dieselben aus Samen und Eiern erzeugen, so würde es nothwendig über diese hinaus noch andere geben müssen, die sich nicht aus Samen und Eiern erzeugten; sonst würde keine Einheit zwischen der unorganischen und organischen Natur stattfinden. Es wäre hiermit der Dualismus in die Natur eingeführt, womit nach einer gesunden Philosophie die Möglichkeit einer Natur von selbst aufhört. — Eben so wenig läßt es sich denken, daß die organischen Gebilde blos bis auf diese Molekülen zerfallen sollten, so daß dieselben gleichsam durch eine Analysis aus jenen hervorgehen, und daß alle organische Gebilde wieder aus der wechselseitigen Intussuception jener Molekülen entstehen. Diese Ansicht hat im Grunde nichts vor jener voraus, wornach man glaubt, daß zur Entwickelung jener organischen Punkte Samen und Eier

*) Beiträge zur Naturphilos., 2. Beitr. S. 41.

nothwendig seien. Sie führt eine begränzte Atomistik in die Naturkunde; abgerechnet, daß diese Behauptung es nicht einmal anschaulich zu machen vermag, wie beim Zerfallen eines und desselben organischen Gebildes bald sich mehr Priestley'sche grüne Materie, bald aber mehr Infusionsthierchen erzeugen." *) —

Wie nun in Infusionen oder Aufgüssen das Pflanzen-Eiweiß in seine Elemente zerfällt, unter Entwickelung von Kohlensäure und Ammoniak sich in Schleim metamorphosirt, oder wie im Organismus der Pflanze durch die lebendige Kraft desselben aus der Kohlensäure und dem Wasser unter Sauerstoffgasentwicklung Schleim erzeugt wird, so auch erzeugte sich in jener Zeit, wo selbst noch der ganze Planet mit jugendlicher Kraft wirkte, aus dem kohlensauren Wasser der Pflanzenschleim, und auch in der damaligen Zeit zerfiel das vegetabilische Eiweiß theils in vegetabilischen Schleim, theils hob sich dasselbe, ohne eine Zersetzung zu erleiden, in die abstraktesten Urthiere, nach und nach aber in immer höhere auf.

Die höchste epitellurische Gestalt konnte aber nur dann erst ihr Dasein finden, als der Planet alle seine mächtigen Katastrophen durchgemacht, und sich in eine beruhigende, harmonisirende Einheit zusammengefaßt hatte. Viele Pflanzen- und Thierwelten fanden durch die Erdrevolutionen ihren Untergang, stets traten wieder andere pflanzliche und animalische Wesen, und zwar nach und neben einander hervor, jedesmal aber zugleich höhere, bis endlich, als die tellurischen Processe sich abgeschlossen, das höchste, das gegenwärtige Pflanzen- und Thierreich, wie auch der Mensch, in die Erscheinung tritt. Auch dieser trat, jedoch nur an den Glanzpunkten des Planeten, in Vielheit hervor; er entstand,

*) Darstellung der gesammten Organisation. Bd. I. S. 95.

wie das Thier und die Pflanze, primitiv unmittelbar aus dem Lebensboden, aus einem Urei oder Urbläschen. Wir sagen daher mit Harvey: „Omne vivum ex ovo," und mit Lucretius: „Nam neque de coelo cecidisse animalia possunt!"

In Beziehung auf die primitive Entstehung des Menschen in einer Vielheit läßt sich Bayrhoffer folgendermaßen vernehmen: „Nicht als ein Paar, nicht als ein Mann und ein aus dessen Rippe genommenes Weib — überlassen wir solche Vorstellungen dem kindlichen, wenn auch geistreichen, Mythologisiren, und den Naturforschern, welchen das geistlose Streben nach Frömmigkeit und gewisse Phantasien den reinen Blick trüben, wie auch von Rotteck u. A., welche die Freiheit und Gleichheit der Menschen von Adam herleiten möchten — sondern als eine, wenn auch im Verhältnisse gegen die niederen Thierreiche insbesondere allerdings nicht allzugroße (denn die absolute Concentration konnte ebenso nur an den Glanzpunkten der Erde hervortreten, wie nur wenige Geister die höchsten Spitzen einer Zeit darstellen) Vielheit hat sich das Menschenleben primitiv entwickelt. Auch auf es mußte die Natur ihre erhaltende Fülle ausgießen, und durch die List und den Trieb der seienden Vernunft auch vermittelst der Quantität die Qualität sichern, sie so der Zufälligkeit, der Hinfälligkeit primitiv entreißen. Wer nur Ein Menschenpaar behauptet, behauptet nicht nur an sich Unsinn, weil er das Zerfallen der natürlichen Formen in viele Kreise im Einklange mit dem geologischen Organismus, und weil er die Triebesfülle der Idee negirt: — und wir sind hier in der Natur — sondern er behauptet eben hiermit noch insbesondere Unvernunft, weil er es von der ersatzlosen Einzelheit abhängig macht, ob die Idee sich realisiren kann." *)

*) l. c. pag. 47 und 48.

Möchten unſere ſämmtlichen Naturforſcher dieſe Wahrheiten erkennen! Möchten ſie nicht länger mehr in Zweifel ſein, ob die erſten Menſchen gleich groß geweſen, oder ob ſie erſt Embryo und Fötus waren, wie ich ſelbſt in den Vorleſungen eines unſerer größten Naturforſcher vernommen!

Möchte man endlich nicht allerlei Zweifel über die Nahrungsmittel der erſten Menſchen hegen, ja ſogar den Gedanken äußern, das Kind würde verhungert ſein!

Der geniale Bayrhoffer erwiedert: „Nun, es hat wohl keine Noth, daß das Kind verhungert wäre! Wenn alle Geſchöpfe finden, was ſie bedürfen, warum nicht das Kind, deſſen Lebensboden nur als eine Fülle des pflanzlichen und animaliſchen Daſeins gedacht werden kann? Wer hat noch ſo unorganiſche Anſchauung, daß ihm die Wiege des Menſchenkindes nicht als die höchſte Herrlichkeit der Natur, des Lebensbodens erſcheinen ſollte? Wer begreift nicht, daß der Ur-Uterus des Kindes ihm die liebliche Stätte war, wie dem Kind in dem Mutterleibe? Wer erkennt nicht, daß die Cauſalität und die Teleologie das identiſch Eine in der ſich ſelbſt auszeugenden Vernunft, auch der Natur, ſind?“ *)

Daß die erſten an den verſchiedenen Glanzpunkten der fünf Welttheile hervorgegangenen Menſchen von wilden Thieren vernichtet werden konnten, iſt wohl nicht möglich; die Natur, welche ſtets nur vernünftig zu Werke gehet, — eben weil ſie die ſeiende Vernunft iſt, hatte auch dafür geſorgt. Denn „ſchon an ſich“ ſagt Bayrhoffer, „war des Menſchen Schöpfungsbett an der üppigen Fluthmark geſichert gegen die Beſtien, welche dennoch in der Angſt des thieriſchen Lebens (vergl. Hegel, Encyclopädie. § 368 Anm. Ende) die Tiefe der Wälder ſuchen, und eine gewiſſe Scheu vor dem Menſchen, dem frei

*) l. c. pag. 55 f.

blickenden Herrn, haben; welchen auch außerdem die Fülle des niederen Lebens genug Nahrung darbot. Auch duldete die ſchaffende Menſchenidee in ihrer Umgebung nicht das Entſtehen wilder Beſtien; denn dieſe Idee beherrſchte eine räumliche Sphäre, worin das Wilde, Thieriſche paralyſirt war — eben weil, cauſal ausgedrückt, der Menſch nur in den Regionen der Harmonie entſtehen konnte.“ Und ferner ſpricht unſer Philoſoph: „Der Vorläufer des Menſchen iſt der Affe, die noch im Thier ſtecken gebliebene Menſchenreflexion. In denſelben Sphären, wo der Affe entſtand, und weſentlich zu derſelben Zeit, iſt auch der Menſch in das Daſein getreten. Nur noch Ein Ruck der bildenden Natur in dieſen Räumen und zu dieſen Zeiten, nur noch Eine durch den Affen auch räumlich-zeitlich vermittelte tiefere Intenſion — und das Thier iſt frei geworden, iſt durchbrochen, die Natur hebt ſich auf in dem Geiſte.“

In dem Menſchen hat alſo die Idee des Lebens ſich erſchöpft, in ihm kehrt daher die Idee zum freien Geiſte in ſich zurück. Und ſo ſtehet die Natur in ihrer Vollendung da! —

Der telluriſche Organismus iſt alſo übergegangen in den lebendigen Organismus; allein was die Hauptbedingung zum Leben war und iſt, haben wir nun zu unterſuchen, und wir werden erkennen, daß es in der Art und Weiſe der Elementenverbindung begründet iſt. Wir betrachten daher die

Verbindungsweiſe der Elemente im lebendigen Organismus oder in den organiſchen Körpern.

Zunächſt haben wir die Frage aufzuwerfen, warum der ſogenannte unorganiſche Chemismus nicht eben ſolche Formen hervorbringe, wie der organiſche? Oder warum in einem auch noch ſo

concreten unorganiſchen Körper kein Leben zur Erſcheinung komme? Die Antwort hierauf iſt die, weil in den Verbindungen des unorganiſchen Chemismus der Dualismus, alſo die abſtrakte Polarität, und nicht, wie in der Pflanzen- und Thierwelt, die vermittelte oder fließende herrſcht.

Im erſteren Falle gehen die chemiſchen Einigungen immer in binärer Weiſe vor ſich; aus zwei chemiſchen Elementen gehet zuerſt ein dritter Körper hervor, durch fernere Vereinigung dieſes concreten Körpers mit einem anderen, ebenfalls concreten, kommt dann ein noch Concreteres zur Erſcheinung, das iſt die Einheit von ſchon concreten Einheiten.

Wir unterſcheiden in der unorganiſchen Chemie drei Ordnungen von chemiſchen Einheiten:

Die erſte Ordnung begreift ſolche Verbindungen in ſich, welche aus der Vermittlung eines Elements mit einem anderen reſultiren, z. B. die Verbindung des Sauerſtoffs mit dem Kalium zu Kali (Kaliumoxyd), des Sauerſtoffs mit dem Kohlenſtoff zu Kohlenoxyd und dergleichen.

Die zweite Ordnung umfaßt diejenigen Verbindungen, welche aus der Vermittlung der Körper der erſten Ordnung hervorgehen, z. B. die Verbindung der Schwefelſäure mit dem Kali zu ſchwefelſaurem Kali.

Aus der Vereinigung der Körper zweiter Ordnung entſpringen endlich die Verbindungen der dritten Ordnung, wie z. B. der Alaun, die Einheit von ſchwefelſaurem Kali mit ſchwefelſaurer Thonerde, oder die Verbindung des kieſelſauren Kali's mit kieſelſaurer Thonerde (Feldſpath), oder die Verbindung des weinſauren Kali's mit weinſaurem Natron (Seignettſalz) u. ſ. w.

Alſo aus den abſtrakten Verbindungen gehen durch weitere Vereinigung die concreten hervor, immer aber nach dem Geſetz der Binarität.

Aus ſolchen binären Verbindungen kann aber noch kein Leben reſultiren, ſondern erſt indem ein Drittes dazwiſchen tritt; denn jetzt wird der Gegenſatz gemäßigt, jetzt werden die feſten Pole flüſſig, die abſtrakte Polarität hebt ſich auf in eine fließende.

Waren nicht auch beim Tellurismus drei Momente erforderlich, damit Leben ſich erzeugen und erhalten konnte? Mußte nicht das Waſſer zwiſchen das Feſte und Luftige treten, um den Gegenſatz zu vermitteln?

Eben ſo mußte zwiſchen den Kohlen- und Sauerſtoff, damit dieſer abſtrakte Gegenſatz aufgehoben, vermittelt wurde, der Waſſerſtoff treten, oder wohl bei höherer Vermittlung auch noch der Stickſtoff.

Der Stickſtoff behauptet zwar beſonders in der Thierwelt ſein Recht, allein er tritt auch in dem Reich der Pflanzen auf; er iſt ein Beſtandtheil des Klebers, des vegetabiliſchen Eiweißſtoffes, der Alkaloide u. ſ. w., ſo daß er, obgleich meiſtens in geringem Quantum auftretend, doch in keiner Pflanze fehlt.

Der Charakter der unorganiſchen Natur, nämlich die Starrheit wird nun durch die unmittelbare Vereinigung der Elemente aufgehoben, das Reſultat iſt ein höherer Grad von Weichheit und Biegſamkeit, und in dieſem Inſichgehen des unorganiſchen Chemismus iſt dann die Bedingung zum Leben gegeben.

Alle Grundelemente des Tellurismus, der Kohlenſtoff (die Metallität), der Waſſerſtoff, Sauerſtoff und Stickſtoff *) bilden alſo jetzt, ſich unmittelbar vereinigend, eine

*) Eine Annahme von zwei Grundſtoffen iſt falſch. So ſetzt z. B. Hugi den Sauerſtoff und Waſſerſtoff als Grundſtoffe, und zwar aus dem Grunde, weil ſie, wie er ſagt, als die reinſten uns bekannten materiellen Gegenſätze erſcheinen, weil aller Lebensrhythmus durch

höhere Einheit, als es im Chemismus der unorganiſchen Natur der Fall war, eine Einheit, welche, da ſie der ganze Kreislauf des Tellurismus und ſomit Reflexion in ſich iſt, die fürſichſeiende Subjektivität des Objekts, — das materielle Fürſichſein darſtellt; die Materie iſt thätige Subjektivität geworden, welche jedoch noch mit der Objektivität unmittelbar identiſch, nur Produciren der Lebensform iſt. So in der Pflanze; dieſe iſt noch nicht wahrhafte Subjektivität, wozu es erſt in der animaliſchen Natur kommt.

Der ſo in ſich gegangene Chemismus, welcher durch die unmittelbare Vereinigung dreier oder vier Elemente ſeine Unmittelbarkeit aufgehoben und zum lebendigen Organismus geworden, hebt daher die äußeren Objekte, gegen die er geſpannt iſt, in ſich auf, d. h. der Organismus verwandelt die abſtrakte Objektivität in ſein Weſen, ſeine Form oder Natur.

Die unorganiſchen Verbindungen, die Salze, ſind im lebendigen Organismus ſubjektiv, ſich gegenſeitig Mittel und Zweck.

Hier gilt, was Goethe ſagt:

„Wie Alles ſich zum Ganzen webt,
Eins in dem andern wirkt und lebt!“

Leben wäre ſonach die Einheit der Subjektivität und der mate-

---

Oxydation und Desoxydation oder Hydrogeniſation bedingt ſei ꝛc. Alle Körper ſind nur als verſchiedene ſtöchiometriſche Verbindungsverhältniſſe derſelben zu betrachten. Kohlenſtoff und Stickſtoff ſollen alſo Verbindungen von Sauerſtoff und Waſſerſtoff, aber in verſchiedenen ſtöchiometriſchen Verhältniſſen ſein. Vergl. deſſen eben citirte Schrift, S. 15 ff, S. 101, S. 139, S. 179.

Der ſonſt geiſtreiche Hugi, dem es nur um Wahrheit zu thun iſt, wird ſicherlich dieſe ſeine Worte zurücknehmen.

riellen Objektivität, *) oder der immanente Proceß, wo das Objektive ſubjektiv geſetzt wird. **)

Die Körperlichkeit in dieſer beſtimmten Selbſtthätigkeit iſt alſo das Leben, und nicht iſt dieſes ein außer der Materie Seiendes. Eine wahre Thorheit iſt es daher bei der Bildung von Organismen eine beſondere Kraft, die Lebenskraft, zu poſtuliren, ja ſich ſogar zu dem Ausſpruche hinreißen laſſen, daß die chemiſchen Kräfte, alſo wieder beſondere in der Materie ſteckende Dinge, die Diener der Lebenskraft ſeien. Aber die Lebenskraft (überhaupt die Kraft) iſt ja nicht in dem Organismus, ſondern dieſer iſt ſelbſt die Kraft, dieſe beſtimmte Aeußerung, ſo daß alſo nur die Aeußerung der Körperlichkeit überhaupt Kraft iſt, d. h. Aeußerung und Kraft identiſch ſind, nur die Materie gefaßt in ihrem Fürſichſein (Kraft) und Sein für Anderes (Aeußerung). Alſo erſt indem ſich die Kraft (Materie) äußert, iſt ſie Kraft.

Hegel ſagt: „Die Kraft iſt das Ganze, welches an ſich ſelbſt die negative Beziehung auf ſich iſt, dies, ſich von ſich abzuſtoßen und ſich zu äußern. Aber da dieſe Reflexion-in-Anderes,

---

*) Alſo der materiellen Objektivität, d. h. nicht etwa der in Gedanken oder Vernunft verwandelten Objektivität, wie es in der Philoſophie geſchieht; hier iſt die Vernunft ſowohl das Objekt als das Subjekt. Die Natur philoſophiſch faſſen, heißt alſo nichts anders, als ſie in Vernunft verwandeln.

**) Der Kryſtall nimmt auch das Aeußere auf und bildet es ſich an, allein ſeine Geſtaltung iſt keine immanente Entwickelung, ſondern ein nur äußeres Anbilden, er iſt daher kein Organismus des Lebens. Erſt in der Pflanze und dem Thier kommt Leben zur Erſcheinung, wiewohl auch das Pflanzenleben eine tiefere Stufe des Lebens, als das Thierleben iſt. Vergl. im zweiten Theil: Charakter und Leben der Pflanze.

der Unterſchied der Theile, ebenſo ſehr Reflexion-in-ſich iſt, ſo iſt die Aeußerung die Vermittlung, wodurch die Kraft, die in ſich zurückkehrt, als Kraft iſt." *)

Alles Gerede von Kräften, als ſelbſtſtändigen in der Materie wohnenden oder ſteckenden, ein wahres Chaos bildenden Dingen, iſt nichtig in ſich. Mit dem bloßen Worte „Kraft" will man Alles erklären, ohne nur im entfernteſten zu wiſſen, was Kraft iſt. **) Auch Schleiden, einer unſerer größten Botaniker, hat, obgleich mit Recht gegen die ſogenannte Lebenskraft polemiſirend, noch keinen wahrhaften Begriff von Leben und Kraft. ***) Und ſo auch iſt dem ſchon tiefer denkenden Peipers die Kraft noch ein Nebuloſes, obgleich derſelbe mit Recht ſagt, daß alle Kraft eine einige ſei, Eins und daſſelbe, daß eine jede Vielheit der Kräfte als urſprünglich verſchiedener ausgeſchloſſen ſei u. ſ. w. †) Gut aber ſagt Nees von Eſenbeck in ſeiner Weiſe: „Das, was ein Sein als ſeiend ſetzt, iſt Grund des Seins; ein Grund aber des Seins, der ſelbſt als ſeiend geſetzt iſt, heißt Kraft. Nur dieſes aber iſt die Idee der Kraft, daß ſie nicht etwa zu dem Sein ein Zweites und Anderes ſei, ſondern daß ſie das ſich als ſeiend bethätigende Sein ſelbſt ſei." ††)

Alſo durch die unmittelbare Wirkung des pflanzlichen Organismus auf das in ſich Aufgenommene, etwa die Kohlenſäure, das Waſſer, das Ammoniak, erleidet dieſes eine Zerſetzung, die

---

*) Encyclopädie, Th. 1 (Logik), herausg. von Leopold v. Henning. S. 274 f.

**) Vergl. C. E. Bock, Handbuch der Anatomie des Menſchen. Bd. I. Seite 287 ff.

***) Grundzüge der wiſſenſchaftl. Botanik. Th. 2. S. 436 — 443.

†) Syſtem der geſammten Naturwiſſenſchaften, nach monodynamiſchem Princip. Th. 1. S. 61.

††) Das Syſtem der ſpeculativen Philoſophie, Bd. I. S. 56 und 57.

Elemente werden in Freiheit geſetzt, und ſo zum Fürſichſein gelangt, gehen ſie andere, neue Verbindungen ein. Und da in dieſem Falle mehrere Elemente, nämlich Kohlen-, Waſſer- und Sauerſtoff, auch wohl Stickſtoff frei werden, ſo iſt die Bedingung zur Entſtehung eines organiſchen Körpers gegeben.*) In Aufgüſſen, auf faulenden Pflanzentheilen und dergl. zerfällt der Eiweißſtoff durch die Infektion von Luft, Licht u. ſ. w. in ſeine Elemente, es entſtehet Schleim, es bilden ſich Zellen, ja es bilden ſich Pflanzen. Weder von einer Lebenskraft, noch von chemiſchen Kräften, als ſelbſtſtändigen Momenten kann hier, wie überhaupt nicht, die Rede ſein. Und da, wie geſagt, nicht in der Materie Kraft, ſondern die Kraft in ihrer Exiſtenz eben Materie iſt, ſo können wir auch nicht mit Liebig von einem Zuſammenhalten der Körper-Beſtandtheile durch chemiſche Kräfte, welche hiernach außerhalb der todten Materie exiſtirten, reden; wir können durchaus nicht mit Liebig ſagen: „Man wird im Stande ſein, die Beſtandtheile der Muskelfaſer, der Haut, der Haare ꝛc. durch

*) Würden bei den Proceſſen des unorganiſchen Chemismus gleichzeitig mehrere Elemente als ſolche frei werden, es würden ebenfalls organiſche Verbindungen entſtehen. So aber ſind wir, um Ameiſenſäure, Alkohol u. ſ. w. zu erzeugen, auf gewiſſe organiſche Verbindungen angewieſen, d. h. wir ſtellen Alkohol, Eſſigſäure, Ameiſenſäure u. ſ. f. aus Zucker durch Gährung, durch Behandlung mit anderen Agentien u. ſ. w. dar. Aber bildet ſich nicht der Harnſtoff ($C_2 H_8 N_4 O_2$) durch Erhitzen einer Auflöſung von cyanſaurem Ammoniak? Alſo weil hier die erforderlichen Elemente zugegen ſind. Und entſteht nicht durch Erhitzen eines Gemenges von Kohle und kohlenſaurem Kali im Stickſtoffgaſe Cyankalium? Wird man nun noch länger ſagen, daß die organiſchen, die ternären und quaternären Verbindungen nur durch die Lebenskraft, nicht aber durch chemiſche Kräfte hervorgebracht werden können?

chemiſche Kräfte hervorzubringen (nun, was für Beſtandtheile?); allein kein Haar, keine Muskelfaſer, keine Zelle kann durch ſie gebildet werden (wodurch entſtehen die Zellen, die Muskelfaſern in Infuſionen?). Die Hervorbringung von Organen, das Zuſammenwirken eines Apparates von Organen, ihre Fähigkeit, aus den dargebotenen Nahrungsſtoffen nicht nur ihre eignen Beſtandtheile, ſondern ſich ſelbſt der Form, Beſchaffenheit und mit allen ihren Eigenſchaften wieder zu erzeugen, dies iſt der Charakter des organiſchen Lebens, dieſe Form der Reproduktion iſt unabhängig von den chemiſchen Kräften (!). Die chemiſchen Kräfte ſind der unanſchaubaren Urſache, durch welche dieſe Form bedingt wird, unterthan; ſie ſelbſt, dieſe Urſache, wir haben nur Kenntniß von ihrer Exiſtenz durch die eigenthümlichen Erſcheinungen, die ſie hervorbringt (aber aus dem Auftreten der Erſcheinungen folgt durchaus nicht, daß ein Anderes exiſtiren müſſe, was dieſelben hervorbringe, indem man alsdann wieder ein Anderes, wieder eine Kraft poſtuliren müßte, welche jene Kraft erzeuge; es iſt dies gerade ſo, wie wenn Carteſius Lebensgeiſter ſetzt, die Leib und Seele zuſammenhalten. Wenn nun aber die Lebensgeiſter, wenn die Lebenskraft, alſo dieſe feinen Körperlichkeiten das Vermögen beſitzen die Beſtandtheile zuſammenzuhalten wie auch chemiſche Verbindungen zu zerlegen und andere Verbindungen hervorzubringen, warum nicht vielmehr die grobe Körperlichkeit, warum nicht der Organismus als ſolcher? Wozu alles Gerede von Kräften?); wir erforſchen ihre Geſetze wie die der anderen Urſachen, welche Bewegung und Veränderungen bewirken. Die chemiſchen Kräfte ſind die Diener dieſer Urſache, ſowie ſie Diener der Elektrizität, der Wärme, einer mechaniſchen Bewegung, des Stoßes, der Reibung ſind; ſie erleiden durch dieſe letzteren eine Aenderung in der Richtung, eine Steigerung, eine Verminderung in ihrer Intenſität, eine völlige Aufhebung, eine vollkommene Umkehrung ihrer Wirkſamkeit. (Ver-

mag alſo die grobe Materie nicht die feine zu überwältigen?—)"*) Uebrigens iſt es mir unbegreiflich, wie die Familie Kraft, welche doch ſämmtlich thätig ſein will, ſtets ſo zweckmäßig zu Werke gehen könne? warum nicht öfter eine Verwirrung eintrete? Oder ſchläft vielleicht in gewiſſen Perioden bald die eine, bald die andere Parthie? Nun, nach unſern Herrn Naturforſchern iſt's die Lebenskraft, welche alle anderen Kräfte beherrſcht, ſie iſt die Urſache, daß ihre Diener, wie die chemiſchen Kräfte, wie die magnetiſche, elektriſche, katalytiſche, **) anziehende, abſtoßende Kraft, wie die Centripetal- und Centrifugalkraft u. ſ. w., alle Verrichtungen im Haushalte nur zur gehörigen Zeit und zweckmäßig vollführen; denn alle ſind ihr unterthan!

Hören wir zuletzt noch die Ungereimtheiten des großen Berzelius: „Dieſes Etwas, welches wir Lebenskraft nennen, liegt gänzlich außerhalb den unorganiſchen Elementen, und iſt nicht eine ihrer urſprünglichen Eigenſchaften, wie Schwere, Undurchdringlichkeit, elektriſche Polarität u. a. m.; aber was es iſt, wie es entſteht und endigt, begreifen wir nicht. (Glück auf! daß wir es dennoch begriffen haben, und zwar vollkommen.) Es läßt ſich alſo vorausſehen, daß wenn der Erdball mit ſeinen unorganiſchen Beſtandtheilen ohne die lebende Natur, aber unter übrigens gleichen Umſtänden da wäre, er immer fortfahren würde, ohne lebende Weſen zu ſein. Eine für uns unbegreifliche (Gott lob! daß wir Alles zu begreifen vermögen!) und der todten Natur fremde Kraft

---

*) Die organiſche Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Phyſiologie. S. 326 f. Vergl. auch Preſtinari, Handbuch der Cameralchemie. Bd. I. S. 702.

**) Gegen die Annahme einer katalytiſchen Kraft polemiſirt übrigens Liebig mit Recht, vergl. z. B. l. c. pag. 210, ferner: Bemerkungen über das Verhältniß der Thier-Chemie zur Thier-Phyſiologie. S. 9 f.

hat in die unorganische Masse einmal dieses Etwas gebracht; und nicht auf eine solche Weise, als wäre es das Werk des Zufalles, sondern in einer bewunderswürdigen Mannigfaltigkeit, und mit der höchsten Weisheit berechnet zu bestimmten Zwecken u. s. w." *)

Nun, hiervon genug. Es wird jeder denkende Geist aus dem Bisherigen erkennen, was man unter Kraft, und was man unter Leben zu verstehen habe, und daß dieses nur da zur Erscheinung kommen konnte, wo der Dualismus, das Gesetz der Binarität sich aufhebt, d. h. wo die Elemente nicht mehr durch die Polarität fixirt sind, sondern sich zu ternären und quaternären Ganzen vereinigen.

Die Theorie der zusammengesetzten Radikale in der organischen Chemie ist somit durchaus verwerflich, sie ist durchaus keiner ferneren Beachtung würdig.

Im Aether z. B., welcher, wie die Analyse ergibt, aus $C_4 H_{10} O$ bestehet, nehmen viele Chemiker das Radikal Aethyl ($C_4 H_{10}$) an, so daß also der Aether Aethyloxyd ($C_4 H_{10} + O$) und der Alkohol Aethyloxyd-Hydrat ($C_4 H_{10} O + H_2 O$) wäre, während doch, sage ich, der Alkohol nichts als eine unmittelbare Verbindung von $C_4 H_{12} O_2$ ist. Andere Chemiker setzen ein anderes Radikal, das Aetherin ($C_4 H_8$), und betrachten somit den Alkohol als bestehend aus: $C_4 H_8 + 2 H_2 O$.

Alles dies sind aber nichts als reine unorganische Verstandes-Ansichten, nichts als Hypothesen; man thut nichts, als daß man den organischen Chemismus, welcher doch der unorganische in höherer Einheit oder der aufgehobene unorganische Chemismus ist, zu diesem herabsetzt. Aber den lebendigen oder organischen Organismus mit dem sogenannten unorganischen oder geologischen, oder, was dasselbe ist, die Zusammensetzung der organischen Körper mit

*) Lehrbuch der Chemie. Bd. VI. S. 4 f.

der der unorganiſchen in Einklang bringen zu wollen, das kann nur der, welchem es an aller vernünftigen Einſicht fehlt. Und zeugen nicht auch genug die ſtöchiometriſchen Verhältniſſe von der Differenz zwiſchen organiſchen und unorganiſchen Verbindungen?

Daß die Radikale der organiſchen Verbindungen nicht darzuſtellen, nicht iſolirbar ſind, iſt freilich kein Grund gegen obige Anſicht; denn, können wir fragen, wer hat jemals Salpeterſäure, an deren Exiſtenz doch Niemand zweifeln kann, geſehen? Niemand, kein Chemiker hat ſie je zu Geſicht bekommen, wir kennen ſie nur in Verbindung mit Waſſer, mit Baſen. So laſſen ſich denn auch die zuſammengeſetzten Radikale, könnten wir ſagen, nicht iſoliren. Auch Otto ſagt in dieſer Beziehung: „Wir kennen das Fluor im iſolirten Zuſtande noch nicht, und doch zweifelt Niemand an deſſen Vorhandenſein in Verbindungen; um uns von der Gegenwart des Kaliums im Salpeter überzeugt zu halten, haben wir nicht nöthig das Kalium aus demſelben abzuſcheiden. Wenn uns nicht die Natur den Kohlenſtoff im vollkommen reinen Zuſtande lieferte, ſo wäre derſelbe noch jetzt in ſeiner vollkommenen Reinheit unbekannt.“ *)

Aber nimmt man denn bei wiſſenſchaftlichen Betrachtungen blos auf Ein Moment Rückſicht? Iſt es möglich, durch ſolche einſeitige Betrachtungsweiſen die Natur, das Univerſum zu erkennen? Iſt Etwas begriffen, ſo lange noch nicht jede Beſtimmtheit deſſelben als eine Gedankenbeſtimmung erkannt iſt? —

Es iſt nun nicht allein das Aethyl, es ſind auch die Radikale Acetyl, Formyl und Elayl u. ſ. w. aus der Chemie der organiſchen Verbindungen zu verbannen. Es wird und muß dies geſchehen, obgleich man heut noch die Anſicht von den zuſam-

*) Graham, Lehrbuch der Chemie, bearb. von Otto. Bd. I. S. 195.

mengeſetzten Radikalen als geiſtreich, ja wie es der Phyſiolog Kürſchner thut, als in jeder Hinſicht fruchtbar ausposaunt. *)

Daß der Sauerſtoff der Ameiſenſäure ($C_2 H_2 O_3$) durch Chlor, Brom, Jod, erſetzt werden kann, und ſo Formylchlorid, $= C_2 H_2 Cl_3$, Formylbromid, $= C_2 H_2 Br_3$ und Formyljodid, $= C_2 H_2 J_3$ gebildet wird, berechtigt durchaus nicht zur Annahme eines Ameiſenſäure-Radikals, des Formyl's, $= C_2 H_2$. Denn daß in dieſem Falle die Salzbilder Stellvertreter des Sauerſtoffs werden, iſt nothwendige Folge des Proceſſes; es iſt dies eben ſo nothwendig, als in anderen Fällen nicht der Sauerſtoff, ſondern der Waſſerſtoff aus der organiſchen Verbindung tritt, z. B. wenn eine geringe Quantität conc. Eſſigſäure in ein mit Chlor angefülltes Gefäß gebracht und dem Sonnenlicht ausgeſetzt wird; die Eſſigſäure, $= C_4 H_6 O_3 + \dot{H}_2$ verwandelt ſich in: $C_4 Cl_6 O_3 + \dot{H}_2$. **)

Wie wir ſehen, gehen alſo auch Chlor, Brom, Jod u. ſ. w. ternäre Verbindungen ein; es iſt das Chlor in dem Formylchlorid z. B. mit dem Kohlenſtoff und Waſſerſtoff zur unmittelbaren Einheit zuſammengetreten, d. h. es ſtand das Chlor nicht allein mit

---

*) Grundriß der allgemeinen Phyſiologie. S. 139.

**) Wird die Subſtanz mit einem Ueberſchuß von Alkali erwärmt, ſo erfährt ſie eine Zerſetzung, ſie verwandelt ſich in Kohlenſäure und Formylchlorid. Der Kohlenſtoff, der ein überwiegendes Streben zum Sauerſtoff beſitzt, bemächtigt ſich deſſelben und bildet Kohlenſäure, während das Chlor mit dem übrigen Kohlenſtoff und dem Waſſerſtoff des Waſſers Formylchlorid darſtellt. Dieſes muß alſo hier nothwendiger Weiſe zur Erſcheinung kommen. Ebenſo nothwendig entſteht bei Behandlung von Traubenzucker mit Waſſer und Bleiſuperoxyd Ameiſenſäure. Wie man nun hierbei auf ein Radikal verfallen kann, weiß ich nicht!

dem Waſſerſtoff etwa in Polarität (in welchem Falle Chlorwaſſerſtoff neben einer andern Verbindung, aber durchaus kein Formylchlorid in die Exiſtenz getreten wäre), ſondern auch mit dem Kohlenſtoff, und da alle drei Elemente gegen einander in gleichem Grade geſpannt ſind, findet nicht der Dualismus ſein Recht, ſondern dieſer hebt ſich auf zur Triplicität der Elemente.*)

Eben aus dieſem Grunde konnte ſich z. B. Alkohol erzeugen, nämlich weil alle drei Elemente in gleich hohem Grade in polarem Verhältniſſe ſtanden. Bei der Bildung des Alkohol's aus Traubenzucker erzeugt ſich auf der einen Seite Kohlenſäure, und zwar in Folge des großen Einheitsſtrebens des Sauerſtoffs und Kohlenſtoffs; aller Sauerſtoff würde in Form von Kohlenſäure hinweggehen, wenn nicht die drei Elemente auch unter ſich in Verhältniß ſtänden, wodurch dann der überwiegenden Verwandtſchaft des Kohlenſtoffs zum Sauerſtoff, d. h. der Kohlenſäurebildung eine Grenze geſetzt wird. Es zeigt jetzt der Waſſerſtoff weder zum Kohlenſtoff, noch zum Sauerſtoff eine tiefere Intenſität, ſondern zu beiden eine gleiche; denn im erſteren Falle würde kein Alkohol, ſondern es würden andere Produkte aus dem Proceſſe reſultiren. Die Anziehung des Kohlenſtoffs zum Sauerſtoff wird durch das dritte Element, den Waſſerſtoff, vermindert, und ſo das Gleichgewicht hervorgebracht, d. h. es beſitzt der Kohlenſtoff zum Waſſerſtoff kein größeres Einheitsſtreben, als zum Sauerſtoff, und der Waſſerſtoff keine tiefere Intenſität zum Sauerſtoff, als zum Kohlenſtoff, und endlich der Sauerſtoff keine mächtigere Verwandt-

*) Zur Annahme eines dreifach zuſammengeſetzten Radikals bei gewiſſen Verbindungen haben ſich indeſſen ſchon mehrere Chemiker geneigt gefühlt. So das Benzoyl, $= C_{14} H_{10} O_2$ und das Kakodyl, $= C_4 H_{12} As_2$. Aber das Kakodyloxyd iſt eine unmittelbare Vereinigung von vier Elementen, und nicht: $C_4 H_{12} As_2 + O$.

ſchaft zum Kohlenſtoff, als zu dem Waſſerſtoff. Darin, daß drei oder auch vier Elemente in Wechſelwirkung treten, iſt es begründet, daß keine wirkliche Sättigung (wovon ſpäter) der Elemente möglich iſt, und daher die von dem unorganiſchen Chemismus verſchiedenen, ja gleichſam willkührlichen ſtöchiometriſchen Verhältniſſe.

Exiſtirten übrigens wirklich jene aus Kohlen- und Waſſerſtoff beſtehenden Radikale, es würden ihre Verbindungen mit Sauerſtoff u. ſ. w. ebenſo leicht zerſetzbar ſein, als unſere bekannten Sauerſtoff- und Waſſerſtofffäuren mit zuſammengeſetztem Radikal.*) Aber was iſt denn in dem Chloranil, $= C_6 Cl_2 O_2$, das Radikal? Iſt's etwa $C_6 Cl_2$, oder $C_6 O_2$ oder $Cl_2 O_2$? Sehen wir nicht, daß die ganze Theorie der zuſammengeſetzten Radikale der organiſchen Körper nichtig iſt? Alſo auch alle jene Anſichten über die Zuſammenſetzung der Benzoëſäure.**)

Der Aether beſtehet ebenſo wenig aus Aethyl und Sauerſtoff, als der Zucker aus Alkohol und Kohlenſäure, wiewohl aus dem Zucker dieſe beiden Verbindungen erhalten werden können. Denn, daß der Zucker keinen Alkohol enthält, gehet, abgeſehen von allem Andern, auch daraus hervor, daß, wie Liebig richtig bemerkt, der Zucker durch Behandlung mit Salzſäure in Waſſer und eine moderartige Kohle zerſetzt wird, was bei keiner Alkoholverbindung der

---

*) Das Cyanqueckſilber z. B. iſt eine binäre Verbindung, es iſt mit einer organiſchen Verbindung gar nicht zu vergleichen. Ueberall verbinden ſich im unorganiſchen Chemismus einfache Körper mit zuſammengeſetzten. Das Queckſilberoxydul iſt eine Einheit von Queckſilberoxyd und Queckſilber, alſo $Hg\,O + Hg$. Das Manganoxyd iſt $\dot{M}n + O$, und nicht $\ddot{M}n$. Die Unterſchwefligſäure iſt $\dot{S}O + S$, d. i. eine Verbindung von ſchwefliger Säure mit Schwefel. Eine Verbindung von ſchwefliger Säure mit Sauerſtoff iſt die Schwefelſäure u. ſ. w.

**) Berzelius, Lehrbuch der Chemie. Bd. VI. S. 205 ff.

Fall iſt. Auch enthält der Zucker keine Kohlenſäure, denn wir bekommen durch Behandlung deſſelben mit übermanganſaurem Kali den Kohlenſtoff als Oxalſäure, welche aus der Kohlenſäure nicht hervorgehen kann. Liebig ſagt indeſſen mit Unrecht: „Kleeſäure wird aber als eine niedere, die Kohlenſäure als die höchſte Oxydationsſtufe des Kohlenſtoffs betrachtet, und es iſt unmöglich, durch einen der kräftigſten Oxydationsproceſſe, wie durch Behandlung mit übermanganſaurem Kali, ein niederes Oxyd aus einem höheren entſtehen zu machen.“ *) Es kann aber die Oxalſäure durchaus nicht als eine niedere Oxydationsſtufe des Kohlenſtoffs betrachtet werden, ſie iſt eine Verbindung von 2 At. Kohlenſtoff und 3 At. Sauerſtoff, d. i. $= C_2 O_3$, (alſo auch nicht $2 CO + O$) worüber wir das Nähere ſpäter hören werden.

Auch iſt jene Anſicht, der Zucker ſei eine Verbindung von gleichen Atomen Kohlenwaſſerſtoff und Kohlenſäure, und der Alkohol eine Verbindung von 1 At. Kohlenſäure und 3 At. Kohlenwaſſerſtoff, nur geſchichtlich bemerkenswerth. **)

Wie die Kleeſäure aus Kohlenſtoff und Sauerſtoff beſtehet, ſo mehrere Körper, wie gewiſſe flüchtige Oele, aus Kohlenſtoff und Waſſerſtoff. In Körpern dieſer Art hätte alſo eine Iſolirung des aus Kohlen- und Waſſerſtoff beſtehenden Radikals ſtatt gefunden; allein dem iſt nicht ſo, denn als der Sauerſtoff ſich trennte (auf welche Weiſe, werden wir ſpäter hören), fand auch gleichzeitig eine Trennung des Kohlenſtoffs und Waſſerſtoffs, jedoch ohne Raumveränderung, ſtatt, d. h. beide Elemente gelangten zu einem gewiſſen Grade des Fürſichſeins, blieben aber an einer und derſelben

*) Die organiſche Chemie ꝛc. S. 234.

**) Vergl. Trommsdorff, Syſtematiſches Handbuch der Pharmacie. S. 574 und 614.

Stelle, welche aber alsbald wieder zur Identität, zur chemischen Einheit zusammenschlugen.

Daß nun diese Kohlenwasserstoff-Verbindungen einen gewissen Grad von Stabilität besitzen, die Oxalsäure aber nur durch das mit ihr verbundene Wasser ihr Bestehen findet, gibt wieder keinen Grund ab, jene Verbindungen für Radikale anzusehen.

Der Grad der Beständigkeit ist überhaupt zum Theil von der Cohäsion abhängig. Die unterschweflige Säure z. B. kannte man früher blos in Verbindung mit Basen, wir kannten nur ihre Salze; denn indem sie abgeschieden wurde, zerfiel sie in Schwefel und schweflige Säure. Wie aber nun Langlois gefunden, so erhält die Säure einen gewissen Grad von Beständigkeit, wenn man die Solution des unterschwefligsauren Kali's zur Krystallisation verdampft, das Salz wieder auflöst und dann die Säure am besten durch Weinsäure oder Ueberchlorsäure fällt.

Wird der Zusammenhang des Blei's aufgehoben, d. h. stellen wir es in Form höchst feiner Zertheilung dar, so brennt dasselbe, wenn es entzündet wird, gleich einem schlechten Wärmeleiter fort, und zwar weil jetzt in Folge des Aufgehobenseins der dichten Continuität die innere Thätigkeit der Theile, das Auflösungsstreben und somit auch die Oxydation derselben durch die übrige Masse bedeutend weniger beschränkt wird. Wie das Blei verhält sich auch das Eisen; wir finden, daß, wenn kleesaures Eisenoxyd schwach geglüht wird, unter Kohlensäureentwickelung selbstentzündliches metallisches Eisen zur Erscheinung kommt.

Nun, abgesehen von allem Andern, es gehet die Nichtexistenz der Radikale aus dem im Anfange Gesagten hervor; alle Radikale sind nicht nur in Zweifel zu ziehen, sondern gänzlich in Abrede zu stellen. Man hat daher nicht mehr nachzusinnen, wie wohl z. B. das Chloral, $= C_4 H_2 O_2 Cl_6$, zusammengesetzt (wie man sagt, denn keine chemische Verbindung ist zusammengesetzt,

wie wir hören werden) sei, nämlich ob es sei $C_2 H_2 Cl + 2 \dot{C} Cl$, oder $C_2 H_2 Cl_3 + 2 \dot{C}$, oder $C_2 H_2 Cl + (C Cl_2 + \ddot{C})$ u. s. w.

Falsch ist es denn auch zu sagen, die Essigsäure sei von der Ameisensäure insofern verschieden, als in jener das Radikal Acetyl, in dieser das Formyl sich mit dem Sauerstoff vereinigt habe. Und ebenso ist die Verschiedenheit des Methylessigäthers, $= C_2 H_6 . O + C_4 H_6 . O_3$, und des Ameisenäthers, $= C_4 H_{10} . O + C_2 H_2 . O_3$, nicht in den Radikalen Methyl, $= C_2 H_6$, und Acetyl, $= C_4 H_6$, wie Formyl, $= C_2 H_2$ und Aethyl, $= C_4 H_{10}$, begründet, sondern blos in den verschiedenen Säuren und Aetherarten, und zufällig ist es gerade, daß bei diesen Vereinigungen Körper hervorgehen, in welchen eine gleiche Anzahl von Aequivalenten sind.

Obgleich nun in diesen beiden Substanzen Säure und Basis sich gegenseitig neutralisirt und in einen dritten einfachen Körper (hiervon in der Folge) verwandelt haben, so ist doch der Gegensatz noch der Möglichkeit nach darin enthalten, und wir dürfen daher nicht, wie ich in in meiner specul. Einl. zur Chemie, S. 84, ausgesprochen, diese Körper als isomere Modifikationen betrachten. Uebrigens können wir nicht mit Otto von einem Geordnetsein der Atome reden: „Die letzte Gruppe der isomerischen Körper umfaßt die Körper, welche gleiches Atomgewicht haben, bei denen aber die Constitution oder die Anordnung der Atome unbekannt ist, deren Isomerie also bis jetzt noch nicht hat erklärt werden können.“ *) Die Atome und Radikale, als bloße Fictionen des Verstandes, können in der wissenschaftlichen Chemie nicht länger ihre Rolle behaupten.

Eine Vergleichung der Essigsäure mit der Schwefelsäure, wie

*) l. c. pag. 323.

ſie unſere größten Chemiker anzuſtellen pflegen, indem ſie ſagen, die Eſſigſäure ſei eine Säure wie die Schwefelſäure, indem jene auf 1 Atom Acetyl 3 Atome Sauerſtoff, und dieſe auf 1 Atom Schwefel 3 Atome Sauerſtoff enthalten, iſt keiner Beachtung würdig.

Endlich muß die Vorſtellungsweiſe, als ſeien die organiſchen Baſen, z. B. Strychnin, $= C_{30} H_{32} N_2 O_3$, Atropin, $= C_{34} H_{46} N_2 O_6$, u. ſ. w., Verbindungen von Ammoniak mit einer hypothetiſchen Säure, hinwegfallen, nämlich das Strychnin, $= N_2 H_6 + C_{30} H_{26} O_3$, das Atropin $= N_2 H_6 + C_{34} H_{40} O_6$.

Sind auch dieſe organiſche Baſen, die Alkaloide, aus Ammoniak und einer gewiſſen organiſchen Subſtanz hervorgegangen, ſo iſt das Ammoniak doch nicht mehr als ſolches, ja nicht als ideeller Pol in der Baſe enthalten; es iſt vielmehr der Stickſtoff in dem Atropin, Morphin, Narcotin, Caffeïn u. ſ. w. mit den übrigen Elementen, dem Kohlen-, Waſſer- und Sauerſtoff, zur unmittelbaren Einheit zuſammengetreten.

Erſt bei der Zerſetzung kann das Ammoniak als ſolches wieder hervortreten, d. h. aber dadurch, daß ſich die Elemente, der Stickſtoff und Waſſerſtoff, wieder vereinigen. So verwandelt ſich z. B. das Caffeïn durch Kochen mit Alkalien in Ammoniak, Ameiſenſäure und Kohlenſäure.

Die Zerſetzungen, welche die organiſchen Körper durch äußere Einflüſſe erleiden, haben wir nun, um eine Einſicht, einen Begriff von den chemiſchen Verwandlungen im Organismus der Pflanzen zu geben, näher zu betrachten.

Zerſetzungen der organiſchen Körper, oder chemiſche Metamorphoſen.

Alle organiſchen Körper zerfallen durch äußere Einflüſſe zunächſt in ihre Elemente. Aber die Elemente treten alsbald wieder zu neuen Verbindungen zuſammen, mit der vorherrſchenden Neigung, ſich nach dem Geſetz des unorganiſchen Chemismus zu vermitteln. Zum Theil macht ſich nun auch der unorganiſche Chemismus geltend, es hat Bildung von Waſſer, Kohlenſäure oder Ammoniak ſtatt; allein ein gänzliches Uebergehen der organiſchen Subſtanzen in binäre Verbindungen wird vorerſt durch das Polaritätsverhältniß, welches ſämmtliche Elemente zu einander zeigen, verhindert, d. h. es tritt neben einer oder auch zwei binären Verbindungen wieder eine ternäre oder quaternäre auf, und ſo fort, bis die ganze organiſche Subſtanz durch fernere Zerſetzungen in unorganiſche Verbindungen ſich aufgelöſt hat.

Betrachten wir nun die verſchiedenen chemiſchen Metamorphoſen.

1) Metamorphoſen unter Waſſerbildung.

Orcin, ein farbloſer, in Waſſer löslicher Körper, metamorphoſirt ſich in feuchter ammoniakhaltiger Luft unter gleichzeitigem Hinzutreten von Sauerſtoff aus der Atmoſphäre in Orceïn, eine in Waſſer unlösliche, blutrothe Subſtanz. 1 Atom Orcin, = $C_{18}\ H_{24}\ O_8$, und 1 Atom Ammoniak trennen ſich in ihre Elemente, und indem 5 At. Sauerſtoff hinzutreten, entſtehen 5 At. Waſſer und 1 At. Orceïn = $C_{18}\ H_{20}\ O_8\ N_2$.

$$C_{18}\ H_{24}\ O_8 + N_2\ H_6 + O_5 = 5\ H_2\ O + C_{18}\ H_{20}\ O_8\ N_2.$$

Erhitzen wir Aepfelsäure, $= C_4 H_4 O_4$, bis zu 176°, so zerfällt dieselbe in Wasser und zwei andere Säuren, in Maleïnsäure, $= C_4 H_2 O_3$, und in Paramaleïnsäure, welche mit der vorigen isomerisch ist. In diesem Falle tritt der Wasserstoff nicht mit dem Sauerstoff der Luft, sondern mit dem der Aepfelsäure zu Wasser zusammen.

$$C_4 H_4 O_4 = C_4 H_2 O_3 + H_2 O.$$

Daß aber hier das Wasser aus den Elementen der Säure selbst gebildet wird, während im obigen Falle der Sauerstoff der Atmosphäre mit dem Wasserstoff der organischen Materie, des Orcin's, zusammentrat, muß seinen Grund haben; denn Alles hat seinen Grund und ist Grund!

Die Elemente des Orcin's, in welche sich dieses bei gewöhnlicher Temperatur auflöst, befinden sich nicht in einem hohen Grade von Intensität, ihr Einheitsstreben ist gering, und deßhalb ist es der Sauerstoff der Luft, welcher, mit dem Wasserstoff in einem tieferen polaren Verhältniß stehend, das Wasser bildet. Werden indessen die in Freiheit gesetzten Elemente durch ein äußeres inficirendes Moment in ihrer Intensität gesteigert, dann gehen die binären Verbindungen ausschließlich aus ihnen hervor. So die Wasserbildung bei der Verwandlung der Aepfelsäure in Maleïn- und Paramaleïnsäure bei höherer Temperatur.

Wird das Einheitsstreben der freigewordenen Elemente nicht verändert, nicht erhöht, so werden auch nothwendigerweise die entnommenen Elemente, wie der Wasserstoff, durch Aequivalente von Stickstoff, wie bei der Verwandlung des Orcins in Orceïn, oder, wie bei der Verwandlung des Bittermandelöls in Benzoësäure, durch Aequivalente von Sauerstoff substituirt. Indem das Bittermandelöl, $= C_{14} H_{12} O_2$, 2 At. Sauerstoff aus der Luft aufnimmt, entstehet krystallisirte Benzoësäure, $= C_{14} H_{10} O_3 + H_2 O$.

Denn: $C_{14} H_{12} O_2 + O_2 = C_{14} H_{10} O_3 + H_2 O.$

Oder: Bittermandelöl . . . . . $C_{14} H_{12} O_2$

dazu 2 At. Sauerstoff . . . . . O_2

$C_{14} H_{12} O_4$

hiervon ab 1 At. Wasser . . . . $H_2 O$

bleibt $C_{14} H_{10} O_3$. *)

Die Bildung des Wassers wird also bei dieser Metamorphose durch den Sauerstoff der Atmosphäre bedingt, aber die Wasserbildung bei der Verwandlung der Aepfelsäure durch den Sauerstoff der Säure selbst, weil hier die Intensität der Elemente bei 176° Wärme um einen gewissen Grad gesteigert, d. h. das Streben sich zu verbinden, erhöht wird. Eine Oxydation des sämmtlichen Wasserstoffs erfolgt indessen nicht, weil, obgleich hier der Sauerstoff in tieferer Intensität zum Wasserstoff, als zum Kohlenstoff stehet, auch dieser, der Kohlenstoff, auf die beiden Elemente wirkt, und umgekehrt, und aus dem Grunde neben, oder vielmehr *nach* der unorganischen Verbindung eine organische, die Maleïnsäure, welche sich zum Theil durch fernere Infection der Wärme in Paramaleïn-

*) Wie aus dem Bittermandelöl 2 At. Wasserstoff hinweggenommen und durch Sauerstoff ersetzt werden, so in anderen Fällen durch Chlor, Schwefel u. s. w. Es absorbirt z. B. Chlorgas, wodurch Salzsäure entwickelt und die Verbindung: $C_{14} H_{10} O_2 Cl_2$ gebildet wird. Wie also die schweflige Säure (SO_2) anstatt 1 At. Sauerstoff, nämlich um zur Schwefelsäure (SO_3) zu werden, 1 At. Schwefel aufnehmen kann, und so als unterschweflige Säure ($SO_2 S$) erscheint, so in unserem Falle anstatt des Sauerstoffs das Chlor. Aber hier bildet das Chlor, der Schwefel u. s. w. mit den übrigen Elementen eine quaternäre Verbindung, indem sich nämlich das Oel vorher in seine Elemente auflöst, während bei der Bildung von Schwefelsäure die schweflige Säure, ohne eine Zersetzung zu erleiden, mit dem Sauerstoff zur Einheit zusammentritt.

säure metamorphosirt, in die Existenz tritt. Weshalb bei diesem Processe keine Kohlensäurebildung stattfindet, wird uns in der Folge klar werden.

Gewisse organische Materien erleiden eine Verwandlung unter Wasserstoffgas-Bildung. Für den ausgeschiedenen Wasserstoff wird ein gleiches Aequivalent Sauerstoff aufgenommen, aber der ausgeschiedene Wasserstoff wird nicht oxydirt, eben weil es unter den obwaltenden Verhältnissen nicht im statu nascenti geschieht.

Wird z. B. Aethal, $= C_{32} H_{66} O$, mit einem Ueberschuß von Kalihydrat bis zu 220° erhitzt, so entstehet unter Wasserstoffgas-Entwickelung Cetylsäure $= C_{32} H_{62} O_3$.

$$C_{32} H_{66} O + O_2 = C_{32} H_{62} O_3 + H_4.$$

Wenn Bittermandelöl über trockenes Kalihydrat destillirt wird, so erhalten wir Wasserstoffgas und benzoësaures Kali.

$$C_{14} H_{12} O_2 + O + \dot{K}\dot{H} = \dot{K}\dot{H}C_{14} H_{10} O_3 + H_2.$$

Essigsaures Kali und Wasserstoffgas kommen zum Vorschein, wenn bei nicht zu hoher Temperatur der Dampf von Aldehyd, $= C_4 H_8 O_2$ über ein Gemisch von Kalihydrat und Kalk geleitet wird.

$$C_4 H_8 O_2 + O + \dot{K}\dot{H} = \dot{K}\dot{H}C_4 H_6 O_2 + H_2.$$

Wird Kartoffelöl, $= C_{10} H_{22} O$, mit festem Kalihydrat erhitzt, so erfährt dasselbe, unter Entwickelung von Wasserstoffgas, eine Verwandlung in Valeriansäure $= C_{10} H_{18} O_3$.

$$C_{10} H_{22} O + O_2 = C_{10} H_{18} O_3 + H_4.$$

2) Metamorphosen unter Kohlensäurebildung.

Essigsäure, $= C_4 H_6 O_3$, erleidet bekanntlich durch den Einfluß der Wärme eine Verwandlung, sie zersetzt sich, wenn sie in Dampfform durch ein schwach glühendes Rohr geleitet wird, in Kohlensäure und Aceton $= C_3 H_6 O$.

Denn: $C_4 H_6 O_3 = CO_2 + C_3 H_6 O$.

Oder: Essigsäure . . . . $C_4 H_6 O_3$

ab 1 At. Kohlensäure $C \quad O_2$

bleibt $C_3 H_6 O$.

In jenem Falle, bei der Aepfelsäure, theilte sich der Wasserstoff in den Kohlenstoff und Sauerstoff und erzeugte Maleïnsäure und Wasser, hier aber theilt sich der Kohlenstoff in den Sauer- und Wasserstoff, es entsteht Aceton und Kohlensäure. Und es ist die Entstehung von Maleïnsäure und Aceton die Folge der Bildung von resp. Wasser und Kohlensäure.

Gallussäure, $= C_7 H_4 O_4 + H_2 O$, bis zu 220° erhitzt, erfährt eine ähnliche Metamorphose; der Kohlenstoff theilt sich in den Sauer- und Wasserstoff, und es tritt auf der einen Seite Kohlensäure, auf der anderen Pyrogallussäure, $= C_6 H_6 O_3$, auf.

$$C_7 H_4 O_4 + H_2 O = C_6 H_6 O_3 + CO_2.$$

Das zuerst in Freiheit gesetzte Wasser der krystallisirten Gallussäure erleidet durch die Auflösungstendenz der Säure ebenfalls eine Zersetzung, dessen Wasserstoff in die ternäre Verbindung eingeht, der Sauerstoff aber nebst 1 At. Sauerstoff der Gallussäure mit 1 At. Kohlenstoff die Kohlensäure bildet.

Bei der Verwandlung des Zuckers in Alkohol kommt ebenfalls Kohlensäure zur Erscheinung. Aus 1 At. Traubenzucker, $= C_6 H_{12} O_6$, entstehen 2 At. Kohlensäure und 1 At. Alkohol $= C_4 H_{12} O_2$. Die Anzahl der Kohlensäure-Atome steht mit der Intensität des Kohlenstoffs in geradem Verhältniß.

$$C_6 H_{12} O_6 = C_4 H_{12} O_2 + 2\,CO_2.$$

Dieselben Produkte treten bei der Zersetzung des Rohrzuckers, $= C_6 H_{10} O_5$, auf; aber dieser nimmt dabei die Ele-

mente von 1 At. Waſſer auf, er verwandelt ſich alſo zuerſt in Traubenzucker.

$$C_6 H_{10} O_5 + H_2 O = C_4 H_{12} O_2 + 2 CO_2.$$

Dieſe Kohlenſäureentwicklung und mit oder unmittelbar nach dieſer die Alkoholbildung beginnt, wenn zu einer Auflöſung von Zucker eine geringe Quantität Hefe, Ferment, d. i. eine Art Pilze, ſogenannte Gährungspilze, gebracht und die Flüſſigkeit einer Temperatur von etwa 30° ausgeſetzt wird.

In Folge der dynamiſchen Inſektion, der Aeußerung (die Materie iſt δυναμις in einer beſtimmten Form, wie oben geſagt) des Ferments auf die Auflöſung des Zuckers wird dieſer in ſeine Elemente aufgelöſt, gerade ſowie durch die dynamiſche Inſektion der Schwefelſäure oder der Salzſäure die kohlenſaure Kalkerde eine Zerſetzung erfährt, jedoch nur in Säure und Baſis.

Die Natur des Ferments war und iſt noch nicht allgemein bekannt. Wöhler ſagt: „Was dieſes Ferment iſt, iſt bis jetzt nicht erforſcht.“ *) Berzelius ſagt **), daß es eine wiſſenſchaftlich-poetiſche Fiction ſei, die Hefe für Pflanzen zu erklären, denn ſo gut man das Zuſammenwachſen der Hefe-Kügelchen dem Vorhandenſein von vegetabiliſchem Leben zuſchreiben könne, eben ſo gut könnte man denſelben Grund für das Zuſammenwachſen von Kügelchen von Thon oder phosphorſaurem Kalk annehmen. Mulder aber u. A. haben endlich die Pflanzen-Natur der Hefe erkannt. ***) Nach Liebig iſt das Ferment ein in Zerſetzung begriffener Körper. In Folge der fortſchreitenden Zerſetzung, welche die Hefe bei Gegenwart von Luft in Berührung mit Waſſer

*) Grundriß der Chemie. Th. II. (Organiſche Chemie.) S. 87.

**) Lehrbuch der Chemie. Bd. VIII. S. 84.

***) Verſuch einer allgemeinen phyſiologiſchen Chemie. Nach dem Holländiſchen von Dr. H. Kolbe. S. 50.

erleidet, soll sie Gährung hervorbringen. Und da nach Liebig das Ferment ein im Zustand der Fäulniß sich befindlicher Körper ist, aus dem Grunde zeigen nach ihm auch faulendes Fleisch, Urin, Blut u. s. w., Körper also, welche sich in dem nämlichen Zustande befinden, auf den Zucker eine gleiche Wirkung. Liebig spricht in folgenden Worten: „Das Ferment, die faulenden thierischen und vegetabilischen Materien, indem sie in anderen Körpern den Zustand der Zersetzung herbeiführen, den sie selbst erleiden, wirken mithin wie das Wasserstoffhyperoxyd auf Silberoxyd; die Störung in der Anziehung seiner Bestandtheile, welche seine eigne Zersetzung herbeiführt, der Act seiner Zersetzung bewirkt eine Störung in der Anziehung der Bestandtheile des Silberoxyds, indem das eine zersetzt wird, erfolgt eine ähnliche Zersetzung des andern Körpers. — Aus den dargelegten Thatsachen und Beobachtungen ergiebt sich demnach für die Chemie die Existenz einer neuen Ursache, welche Verbindungen und Zersetzungen bewirkt, und diese Ursache ist die Thätigkeit, welche ein in Zersetzung oder Verbindung begriffener Körper auf Materien ausübt, in denen die Bestandtheile nur durch eine schwache Verwandtschaft zusammengehalten sind; diese Thätigkeit wirkt ähnlich einer eigenthümlichen Kraft (also gibt's auch eigenthümliche Kräfte!) deren Träger ein in Verbindung oder Zersetzung begriffener Körper ist, eine Kraft, die sich über die Sphäre seiner Anziehungen hinaus erstreckt." *)

Das Wasserstoffsuperoxyd ist aber kein in Zersetzung begriffener Körper, sondern wird vielmehr erst durch die Infektion des Silberoxyds zerlegt, und da ebenso das Hyperoxyd gegen das Oxyd sein Dasein geltend macht, erleidet auch dieses durch das Spannungs-

*) Die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie. S. 239 und 240.

oder Polaritätsverhältniß eine Zersetzung. Sauerstoff und Silber treten jetzt als solche wieder hervor, beide werden wieder erzeugt, weshalb der Chemiker eine wahre Thorheit begeht, wenn er von einer Störung in der Anziehung der Elemente, als wenn diese als reelle Dinge neben einander lägen, redet.

Hinweg mit solchen verkehrten Ansichten! In der heutigen Chemie, welche aus ihrem Traume erwacht und immer mehr frei wird, können alle jetzt noch herrschenden Theorieen nicht mehr ihre Rolle behaupten. Die Wissenschaft muß der spielenden Phantasie entrissen, sie muß in der Strenge des speculativen Begriffes entwickelt werden. Die obigen Worte Liebig's, „daß jene Thätigkeit ähnlich einer eigenthümlichen Kraft wirke, deren Träger ein in Verbindung oder Zersetzung begriffener Körper sei, eine Kraft, die sich über die Sphäre seiner Anziehungen hinaus erstrecke," sind durchaus den jetzigen Anforderungen der Wissenschaft nicht entsprechend. Jeder Körper, welcher, wie gesagt, die Existenz der Kraft ist, offenbart oder äußert sich je nach seiner Natur, und diese Manifestation oder Selbstunterscheidung des Körpers ist das, was wir Kraft nennen. Die Kraft ist somit kein von der Materie Verschiedenes, und die Materie kann also nicht der Träger der Kraft genannt werden.

Die Vorstellung von einer über die Sphäre der Anziehung des Körpers sich hinauserstreckenden Kraft ist ein leeres Gebilde der Phantasie. Selbst der alte Chemiker Meißner frägt: „Wie soll man sich die über die Sphäre ihrer Anziehungen hinausreichende Thätigkeit vorstellen?" *) Die Ansicht, daß, wenn wir z. B. Kreide bis zu 400° erhitzen, die Trennung der Kalk- und Kohlensäuretheilchen daher erfolge, weil jetzt die Entfernung derselben

*) Justus Liebig, Dr. ꝛc., analysirt von P. T. Meißner. S. 96.

größer werde als die Sphäre iſt, wo ſie ſich vereinigen, iſt durchaus verwerflich. Nicht die Kohlenſäure- und Kalktheilchen gehen durch den Einfluß der Wärme immer mehr auseinander, ſondern das Ganze gehet, eine Continuität bleibend, aus ſich heraus; aber dieſes Ausſichherausgehen iſt der Grund der Auflöſung in die näheren Beſtandtheile. Die im Salz ideell enthaltene Säure und Baſe treten jetzt wieder als ſolche, als reelle hervor. *)

Werden die getrennten Beſtandtheile unter andere Verhältniſſe gebracht, nämlich wo zwiſchen denſelben ein polares Verhältniß eintritt, d. h. wo die Idealität der Kohlenſäure und der Kalkerde als eine Spannung gegen einander hervortritt, ſo iſt die Bedingung zur Wiedervereinigung, zur Ineinsbildung gegeben.

Daß nun die Zerſetzung des Zuckers durch nichts als die dynamiſche Infektion des Ferments bewirkt wird, glaube ich durch Vorhergehendes jedem Chemiker, ſelbſt dem Laien, zum Bewußtſein gebracht zu haben. Und ſo iſt es denn auch die dynamiſche Infektion des Platins u. ſ. w., wodurch das Waſſerſtoffſuperoxyd, und die des Oels, Phosphors, Arſens u. ſ. w., wodurch der Chlorſtickſtoff und ähnliche Verbindungen zerſetzt werden.

Es iſt daher nichts weniger als Unwahrheit, wenn Liebig ſagt, man könne dieſen Erſcheinungen keine andere Erklärung unterlegen, als daß hierbei Zerſetzung in Folge der Berührung mit Körpern herbeigeführt werde, welche ſich ſelbſt im Zuſtande der Zerſetzung befinden. Denn iſt die Salpeterſäure, welche die kohlenſaure Kalkerde, oder die Fahne einer Feder, welche den Jodſtickſtoff in ſeine Elemente auflöſt, ein in Zerſetzung begriffener Körper? Nicht in Zerſetzung, ſondern in Thätigkeit,

*) Vergl. meine Grundzüge einer ſpeculativen Einleitung zur Chemie. Seite 65 ff.

d. i. in Bewegung (beschränkt sich diese auch nur zunächst auf die Oberfläche) begriffene Substanzen sind die Salpetersäure, die Fahne der Feder u. s. w.; denn ohne Bewegung keine Thätigkeit. Stets befinden sich die Materien in einem gewissen Thätigkeitszustande, denn sie sind fortwährend dem atmosphärischen, kosmischen Einflusse ꝛc. ausgesetzt; allein es wird die Thätigkeit derselben durch gewisse differente Substanzen, welche man mit ihnen in Berührung setzt, bedeutend erhöht.

In der Natur findet überall ein Körper nur seine Thätigkeit, nur sein Entstehen im Vergehen durch andere. So starr auch gewisse Körper zu sein scheinen, sie sind dennoch in steter Thätigkeit, in gewisser Veränderung, zeigt sich dieselbe auch in einer kaum wahrnehmbaren Cohäsionsveränderung, und Alles dies, weil sie ihr Wesen nicht in sich, sondern im Anderen haben. In jeder Körperlichkeit spricht sich also die Unselbstständigkeit aus. *)

---

*) Alles in der Welt zeugt von der Unselbstständigkeit. Das Thier z. B. kann nur bestehen durch Luft, Pflanzenstoffe u. s. w., es hat also sein Bestehen im Anderen, und dieses, die Pflanzengebilde u. s. w. wieder im Anderen, u. s. f. Die Selbstständigkeit der Dinge ist also, können wir sagen, nur Schein, oder Alles ist eitel! Die Welt der Erscheinung ist also dies, daß nichts darin selbstständig ist. Das aber ist eben das Wahrhafte! Ohne das würde kein Leben möglich sein. Die Erscheinung worunter also das zu verstehen ist, was sein Wesen nicht in sich, sondern im Anderen hat, ist das Werden. Die Idee des Thiers entsteht und vergeht nicht, sondern nur das Thier als diese bestimmte Erscheinung. Würden sich die Dinge nicht aufheben, nicht verändern, wäre z. B. Alles starr, es würde nichts erscheinen, die Welt würde ein Erstarrtes und kein Leben sein. Ja, wenn die Nahrungsstoffe, wollen wir annehmen, plötzlich ein festes Bestehen hätten, wir würden bald verhungern. Da aber die Nahrungsstoffe, die Luft, das Wasser „Erscheinung" sind, sind sie ein Sein für Anderes.

Nichts in der Welt ruhet, nichts zeigt sich gänzlich unthätig. Ein Stück Zink auf die Zunge gelegt, zeigt sich nicht sehr thätig, wird aber dasselbe in Verbindung mit einer Kupfermünze auf dieselbe gebracht, so empfinden wir einen säuerlichen Geschmack, die Thätigkeit, die Kraft, die sie sind; wird also durch ihr gegenseitiges Aufeinanderwirken gesteigert, und diese Thätigkeit besteht in dem elektrischen Verhältniß der beiden heterogenen Körper.

Zinn zeigt sich gegen Wasser fast unwirksam; wird aber das Metall mit Salpetersäure-haltigem Wasser in Berührung gebracht, so geht eine lebhafte Wasserzersetzung vor sich, das Zinn erhält jetzt eine Thätigkeit, welche energisch genug ist, sowohl die Bestandtheile des Wassers, als die Salpetersäure-Elemente aus der chemischen Einheit zu setzen.

So muß auch der Kohlenstoff einen gewissen Grad von Thätigkeit erhalten, ehe er mit dem Sauerstoff eine chemische Einheit, ehe er Kohlensäure zu bilden vermag.

Platin und Salpetersäure zeigen sich gegen einander indifferent, das Metall erleidet keine Oxydation; wird indessen eine Legirung von Platin mit Silber der Salpetersäure exponirt, so befindet sich das Platin, indem es durch die Infektion der Säure von dem Silber geschieden, in einem so energischen Zustande, ja dieser durch die Säure noch erhöht werdend, daß dasselbe, ebenso wie das Silber, eine Zerlegung der Salpetersäure veranlaßt und in Folge derselben Oxydation eintritt. Das Platin wird also im Entstehungsmomente in Oxyd verwandelt. Nicht aber können wir mit Liebig sagen: „Die Oxydation, welche das Silber erfährt, überträgt sich mithin dem Platin, es erhält in Berührung damit die Fähigkeit, die Salpetersäure zu zersetzen.“ *)

*) l. c. pag. 208.

So thöricht es nun ist, wenn Liebig sagt, Niemand habe je daran gedacht, die Ursache der Zerlegung dieser Körper (nämlich des Jodstickstoffs u. s. w.) einer besonderen, von der chemischen Verwandtschaft verschiedenen Kraft zuzuschreiben, so verkehrt ist es auch, wenn er glaubt, die Bestandtheile der leicht zersetzbaren Substanzen, wie des Chloroxyds, des Chlor- und Jodstickstoffs, des Knallsilbers, Knallgoldes u. s. w., befänden sich in einem Zustande der Spannung, diese Verbindungen bestänben nur durch die Kraft der Trägheit (vis inertiae), auch das Zuckeratom bestehe nur durch die Trägheit seiner Elemente, durch das Beharren an dem Orte und in dem Zustande, in dem sie sich befinden; denn ein Behaupten des Zustandes durch die eigene Anziehung, wie bei dem schwefelsauren Kali, finde hier nicht statt.*)

Daß im Chlorstickstoff z. B. die Elemente durch die bloße Berührung mit den genannten Stoffen, als solche, hervortreten, ist darin begründet, daß die Qualitäten der Elemente unbedeutend aufgehoben, nicht in dem Grade zur Indifferenz zusammengesunken sind, als in den meisten anderen Körpern, den Salzen u. s. w.; es tritt hier der Charakter des Chlors und des Stickstoffs mehr hervor, als etwa der Charakter des Chlors in dem Chlornatrium, oder der des Stickstoffs in dem Ammoniak; daher die Möglichkeit des Hervortretens der Elemente durch die geringste gesetzte Infektion.**)

Da in der chemischen Einheit, also auch in dem Zucker, verschiedene Elemente an einer und derselben Stelle sind, jedes Element in dem andern continuirlich neutralisirt, die Masse an jeder Stelle das Ganze ist, so hat das Gerede von einem Zusammenhängen der Elemente, wie sich Liebig ausdrückt, keine Gültigkeit.

---

*) l. c. pag. 210 und 222.

**) Vergl. meine Grundzüge ꝛc. S. 69.

Zeigten die Zucker-Elemente keine eigene Anziehung zu einander, selbst angenommen, sie lägen neben einander, so würde das Zuckeratom keine Existenz finden und haben, es würde nicht vorhanden sein.

Auch Mulder denkt, wie bis jetzt noch alle Chemiker (ausgenommen Karsten)*) denken; er sagt z. B., daß im Kali ein untheilbares Kaliumpartikelchen neben einem ebenfalls untheilbaren Sauerstofftheilchen (von der Untheilbarkeit werden wir später reden) liege, da unmöglich eins in's andere gedrungen sein könne, vermöge der Undurchdringlichkeit der Materie (sic!), da ebenso unmöglich eins das andere kreisförmig oder sphärisch umschließen könne, weil die hohle Kugel nicht mehr untheilbar sei, da endlich unmöglich auch eins sich um's andere stückweise vertheilt haben könne, weil es eben ein Molekül sei **). Würde Herr Professor Mulder Karsten's „Philosophie der Chemie" gelesen haben, er würde diesen schrecklichen Unsinn nicht in seine erscheinende „allgemeine physiologische Chemie" niedergeschrieben, sondern vielmehr aus der wissenschaftlichen Chemie zu verbannen gesucht haben. Vielleicht hat Herr Prof. Mulder Karsten's Ansichten, welche vom Standpunkte der absoluten Philosophie ausgehen, für Hirngespinnste gehalten, d. h. er hat dieselben nicht erfassen können! Oder es hat derselbe die Schrift, ohne gelesen zu haben, schon wegen des Titels „Philosophie der Chemie" abgewiesen.

Uebrigens mit einer vis inertiae herbeizukommen, wie es Liebig thut, das heißt etwas viel gewagt! —

Die Materie ist träge an sich, d. h. als ihr Begriff, denn die Materie für sich ist weder ruhend, noch sich bewegend, es sind Ruhe und Bewegung aufgehobene Momente in ihr. Daher

*) Vergl. dessen Philosophie der Chemie.

**) Versuch einer allgemeinen physiologischen Chemie. S. 20 ff.

wird ſie durch ein Aeußeres ſowohl in Ruhe, als in Bewegung geſetzt, nicht aber geht ſie durch ſich ſelbſt in Ruhe und Bewegung über. Unter der Bezeichnung „träge" iſt alſo nicht das Ruhen zu verſtehen. So ſagt die abſolute Philoſophie!

Darin, daß Liebig immer noch den Glauben hegt, die Elemente der chemiſchen Einheiten ſeien als ſolche neben einander liegend, und alſo nicht jedes an derſelben Stelle, wo das andere, eben weil ſie als ſolche gänzlich aufgehoben ſind, iſt es auch begründet, daß er behauptet, wenn Schwefelſäure mit kryſtalliſirter Kleeſäure in Conflikt komme, die Verwandtſchaft der Schwefelſäure zu dem Waſſer der Kleeſäure die Urſache der Zerſetzung ſei, während doch die Zerſetzung nur Folge der dynamiſchen Infektion der Schwefelſäure auf die Kleeſäure iſt; denn Waſſer als ſolches iſt vorher nicht vorhanden. Die kryſtalliſirte Klee- oder Oxalſäure iſt die Aufhebung der einzelnen Beſtimmtheiten, des Waſſers und der Kleeſäure, der Gegenſatz iſt in eine Einheit aufgelöſt, d. h. die Kleeſäure als ſolche und das Waſſer ſind nur noch an ſich, als ideelle Pole in der kryſtalliſirten Subſtanz enthalten; wird dieſe durch ein Aeußeres inficirt, ſo treten die ideellen oder der Möglichkeit nach vorhandenen Pole als reelle hervor, ſie kommen wieder zum Fürſichſein. Der geniale Bayrhoffer ſpricht: „Den Chemismus aus Atomen conſtruiren, heißt Alles, nur das nicht begreifen, worauf es ankommt, nämlich das Sich-aufheben der beſondern Stoffe und Eigenſchaften zu einem neuen einfachen Körper — etwa Waſſer, — welcher andere Qualität als die einzelnen Elemente hat und durchweg nur als Eine Continuität und durchgehende Gleichförmigkeit, als einfache Körperlichkeit in aller Erfahrung — bei den ſchärfſten Mikroscopen — gefunden wird." *) So auch ſagt unſer Karſten.

*) Beiträge zur Naturphiloſophie. 1. Beitr. S. 37.

Aber der Ansicht desselben über den Grund der Zersetzung, daß der veränderte Concentrationszustand eine veränderte Auflösungsfähigkeit zur Folge habe, kann ich nicht beistimmen. —

Nach diesen allgemeinen Betrachtungen hoffe ich nun deutlich dargelegt zu haben, was der Grund aller Zersetzungen, und somit auch der des Zuckers sei.

Daß der Zucker eine Metamorphose unter Kohlensäurebildung erleidet, hat seinen Grund, sowie die Wasserbildung in den vorhergehenden Fällen ihre Ursache hat.

Der Kohlenstoff erfordert zur wirklichen Verbrennung eine gewisse hohe Temperatur, d. h. er muß sich in einem hohen Thätigkeitszustande befinden; nur dann vermag er mit dem Sauerstoff in eine so intensive Polarität zu treten, daß beide zur Identität zusammenschlagen. Daher entwickeln Gallussäure, Essigsäure u. s. w., wenn man sie einer höhern Temperatur aussetzt, resp. Pyrogallussäure und Kohlensäure, und Aceton und Kohlensäure.

In Fällen, wo die zum Fürsichsein gekommenen Elemente nicht eine so hohe Intensität zeigen oder erlangen, ist es der Wasserstoff, welcher vorzugsweise eine Oxydation erfährt.

Bei der Alkoholbildung aus Zucker kommt nun zwar Kohlensäure zur Erscheinung, ohne eine so hohe Temperatur wie in obigen Fällen; allein man wird das Auftreten der Kohlensäure für nothwendig finden, wenn man bedenkt, daß durch die lebendige Einwirkung der Gährungspilze der Kohlenstoff in einem hohen Grade begeistet und zur chemischen Vermittlung mit dem Sauerstoff befähigt werde.

Dieselbe Ursache müssen wir der Kohlensäure-Erzeugung bei der Verwandlung der Eichengerbsäure in Gallussäure unterlegen.

Eine Auflösung von Eichengerbsäure absorbirt nach und nach aus der Atmosphäre Sauerstoffgas, sie metamorphosirt sich in Gallussäure. Aus 1 At. Eichengerbsäure, $= C_9 H_6 O_5$,

entstehen 2 At. Kohlensäure und 1 At. wasserhaltige Gallussäure = $C_7 H_4 O_4 + H_2 O$.

$$C_9 H_6 O_5 + O_4 = C_7 H_4 O_4 + H_2 O + 2 CO_2.$$

Es hat hier zwar zuerst Bildung von Wasser statt, allein es tritt alsbald Kohlensäurebildung ein.

Die hierbei entstehende Schimmelart ist Bedingung zur Kohlensäurebildung, sie veranlaßt die Entstehung der Gallussäure und Kohlensäure, wie die Gährungspilze die Theilung des Zuckers in Alkohol und Kohlensäure bedingen.

Wohl kann man die Schimmelvegetation entfernen, ohne die Bildung von Gallussäure zu verhindern, allein wir beseitigen hierdurch nicht sämmtliche organische Materie, d. i. vegetabilisches Eiweiß; es beginnt der Vegetationsprozeß alsbald von Neuem.

Der Grund, weshalb bei der Entstehung der Gallussäure der Sauerstoff der Luft in den Proceß eingehet, ist derselbe, wie bei der Metamorphose des Bittermandelöls in Benzoësäure, oder des Orcins in Orceïn. Und es beginnt hier auch zuerst der Wasserbildungsproceß.

3) Metamorphosen unter Kohlensäure-, Wasser- und Kohlenoxydbildung.

Unter dem Einflusse kräftiger Agentien hat also Bildung von Kohlensäure statt; allein da, wo der Sauerstoff zur vollständigen Oxydation des vorhandenen Kohlenstoffs nicht hinreichend ist, tritt neben Kohlensäure das Kohlenoxydgas auf.

Wird Citronensäure, $= C_4 H_4 O_4 + H_2 O$, erhitzt, so schmilzt sie zuerst unter Verlust ihres Krystallwassers, zersetzt sich aber dann in höherer Temperatur in Aceton, Wasser, Kohlensäure und Kohlenoxyd; zugleich verwandelt sich ein Atom Citronensäure (wie die Aepfelsäure in Maleïnsäure) in Aconitsäure, $= C_4 H_2 O_3$, und Wasser.

$2\,C_4\,H_4\,O_4 = C_3\,H_6\,O$ (Aceton) $+ H_2\,O + CO_2 + 4\,CO$
$C_4\,H_4\,O_4 = C_4\,H_2\,O_3 + H_2\,O.$

Wie haben wir dieſen Proceß zu denken? Wie allein kann er vor ſich gehen? — Es entſtehet zuerſt Waſſer, und hierauf, weil die Intenſität, die Seelenhaftigkeit des Kohlenſtoffs groß iſt und ſämmtlichen Sauerſtoff in Beſchlag zu nehmen ſtrebt, Kohlenſäure und Kohlenoxyd. Nur 1 At. Sauerſtoff wird durch die Anziehung des Waſſer- und Kohlenſtoffs zurückgehalten; denn ja auch die drei Elemente ſelbſt ſtehen zu einander in Polarität, in Spannung, es iſt Neigung zur Bildung einer ternären Verbindung vorhanden. Nachdem alſo Waſſer, Kohlenſäure und Kohlenoxyd ihre Exiſtenz gefunden, treten die übrigen Elemente zu Aceton zuſammen.

Das Auftreten des Kohlenoxyds iſt alſo in dem Nichtvorhandenſein des erforderlichen Quantums von Sauerſtoff begründet.

Iſt die Intenſität des Kohlenſtoffs gering, ſo verbrennt nur wenig davon (es bleibt dann um ſo mehr zur Bildung einer organiſchen Verbindung übrig), und zwar zu Kohlenſäure, wenn der Sauerſtoff hinreichend iſt.

Wird die obige Operation nicht unterbrochen, ſo erleidet auch die entſtandene Aconitſäure eine Verwandlung, ſie theilt ſich in Kohlenſäure und Itaconſäure $= C_5\,H_4\,O_3 + H_2\,O$, und es geben 3 Atome Aconitſäure: 2 Atome Itaconſäure und 2 Atome Kohlenſäure.

$3\,(C_4\,H_2\,O_3 + H_2\,O) = 2\,(C_5\,H_4\,O_3 + H_2\,O) + 2\,CO_2.$

4) Metamorphoſen unter Waſſer- und Kohlenoxydbildung.

Wird weinſaures Bleioxyd, $= \dot{P}b\,C_4\,H_4\,O_5$, erhitzt, ſo kommt metalliſches Blei, Kohlenoxyd und Waſſer zum Vorſchein.

$$Pb\,O + C_4\,H_4\,O_5 = Pb + 2\,H_2\,O + 4\,CO.$$

Zuerſt ſcheiden ſich Säure und Baſe, und durch die Infektion der ſich zerſetzenden Weinſäure erleidet auch das Oxyd eine Zerſetzung. Die Elemente befinden ſich in einem ſolchen Grad von Intenſität, daß ſowohl der Kohlenſtoff, als der Waſſerſtoff wirklich verbrennen.

Es macht ſich alſo allein der unorganiſche Chemismus geltend, und eine organiſche Verbindung kommt nicht zum Daſein.

So auch erhalten wir bei dem Zuſammenbringen von Ameiſenſäure mit concentrirter Schwefelſäure Waſſer und Kohlenoxydgas; die Ameiſenſäure, welche gerade die Elemente von 2 Atomen Kohlenoxyd und 1 Atom Waſſer enthält, iſt = $C_2 H_2 O_3$.

$$C_2 H_2 O_3 = 2 CO + H_2 O.$$

Der in Freiheit geſetzte oder zum Fürſichſein gekommene Kohlenſtoff, wie auch die übrigen Elemente, zeigen aus dem Grunde ein ſo intenſives Einheitsſtreben, weil dieſelben plötzlich durch die Infektion der Schwefelſäure, durch dieſes kräftig wirkende Agens, aus der Ameiſenſäure hervortreten; der Kohlenſtoff bildet jedoch nur die niedrigſte Oxydationsſtufe, denn auch der Waſſerſtoff iſt gegen den Sauerſtoff geſpannt, auch er ſtrebt ſich zu vereinigen. Das entſtandene Waſſer tritt mit der Schwefelſäure zuſammen, das Kohlenoxyd aber entweicht in Form von Gas. *) Bei einer geringern Einwirkung würde vielleicht unter Kohlenſäureentwickelung eine Verbindung von $C H_2 O$ entſtehen? —

---

*) Kohlenoxyd entſteht außerdem überall, wo Kohle aus Mangel an Sauerſtoff verbrennt; es iſt daher ein ſteter Begleiter der trockenen Deſtillation. Das aus den Hohöfen ſtrömende, und die ſ. g. Gichtflamme bildende Gas iſt ebenfalls Kohlenoxyd. Bei der Verbrennung bildet daſſelbe eine blaue Flamme.

5) Metamorphosen unter Waſſer- und Kohlenſäurebildung.

Wie im vorhergehenden Falle die Ameiſenſäure ſich in Waſſer und Kohlenoxyd theilte, ſo entſteht, wenn wir dieſelbe mit Queckſilberoxyd erwärmen, unter Reduktion des Metalls, Waſſer und Kohlenſäure. Es iſt der Sauerſtoff des Metalloxyds, welcher die Entſtehung der Kohlenſäure bedingt.

$$C_2\ H_2\ O_3 + 2\,HgO = 2\,CO_2 + H_2\ O + 2\,Hg.$$

Iſt der Sauerſtoff der organiſchen Subſtanz hinreichend, ſo tritt dieſer mit dem entſtandenen Kohlenoxyd in Einheit. So bei der Verwandlung der Weinſäure, $= C_4\ H_4\ O_5$, in Pyroweinſäure, $= C_5\ H_6\ O_3$. Dies geſchiehet in höherer Temperatur.

$$2\,C_4\ H_4\ O_5 = C_5\ H_6\ O_3 + 3\,CO_2 + H_2\ O.$$

Traubenzucker, unter dem Einfluſſe einer oxydirenden Subſtanz, z. B. mit Bleiſuperoxyd und Waſſer erwärmt, zerfällt in Ameiſenſäure, Waſſer und Kohlenſäure.

$$C_6\ H_{12}\ O_6 + O_{10} = C_2\ H_2\ O_3 + 4\,CO_2 + 5\,H_2\ O.$$

Der hinzutretende Sauerſtoff iſt der des Bleiſuperoxyds, z. B. der Mennige, $= \dot{P}b\ \ddot{P}b + \dot{P}b$, welche ſich in Oxyd und Sauerſtoff zerſetzt. *)

---

*) Die Anſicht, als ſei die Mennige beſtehend aus: $Pb_2\ O_3 + PbO$, oder: $Pb_2\ O_2 + Pb\ O_2$, oder gar: $Pb_3\ O_4$, iſt durchaus verkehrt; denn der unorganiſche Chemismus verfährt nicht ſo, daß 2 At. Blei auf einmal 3 At. Sauerſtoff aufnehmen u. ſ. w. So iſt denn auch z. B. das ſ. g. Manganoxyd, $= Mn_2\ O_3$, nichts anders, als eine Verbindung von Superoxyd mit Oxydul, alſo $= MnO, Mn\ O_2$, und ſomit nicht eine höhere Oxydationsſtufe. Das Superoxyd vertritt alſo die Stelle einer Säure. Daſſelbe gilt von dem ſ. g. Eiſenoxyd, Kobaltoxyd u. ſ. w. In dem Eiſenoxyd z. B. exiſtirt an ſich ſo gut das Eiſenſuperoxyd,

Die Metamorphoſe iſt aber ſehr complicirt, ſie gehet nicht nach der gegebenen Formel vor ſich.

Der Traubenzucker verwandelt ſich zuerſt in Alkohol und Kohlenſäure; alſo eine Metamorphoſe unter Kohlenſäurebildung.

$$C_6\ H_{12}\ O_6 = C_4\ H_{12}\ O_2 + 2\,CO_2.$$

Nach dieſem verwandelt ſich der gebildete Alkohol unter Waſſerbildung (und zwar nach dem Geſetz, wie bei der Verwandlung der Aepfelſäure in Maleïnſäure) in Aether.

$$C_4\ H_{12}\ O_2 = C_4\ H_{10}\ O + H_2\ O.$$

Der Aether metamorphoſirt ſich unter Waſſerbildung (aber nach einem andern Geſetz, nämlich es tritt der außerhalb den Aetherelementen vorhandene Sauerſtoff mit dem Waſſerſtoff in Einheit, und der hinweggenommene Waſſerſtoff wird durch ein Sauerſtoffäquivalent ſubſtituirt) in Aldehyd.

$$C_4\ H_{10}\ O + O_2 = C_4\ H_8\ O_2 + H_2\ O.$$

Nach demſelben Geſetz reſultirt aus dem Zerſetzungsproceſſe des Aldehyds Eſſigſäure und Waſſer.

$$C_4\ H_8\ O_2 + O_2 = C_4\ H_6\ O_3 + H_2\ O.$$

Jetzt aber ſchreitet der Proceß nach einem anderen Geſetz weiter; der Sauerſtoff des rothen Bleiſuperoxyds, der Mennige, wirft ſich

---

als in dem Flußſpath das Fluor. Aus dem Manganoxyd habe ich indeſſen durch Behandlung mit Eſſigſäure Oxydul ausgezogen. Das, was man Manganoxyduloxyd, $= MnO, Mn_2\ O_3$, nennt, iſt nichts als: $MnO, MnO_2 + MnO$, alſo eine baſiſche Verbindung. Die ſ. g. Uebermanganſäure, $= Mn_2\ O_7$, ſcheint eine Verbindung von Manganſäure, $= MnO_3$, mit wirklicher Uebermanganſäure, $= MnO_4$, zu ſein. Das, was man außerdem Oxydul nennt, z. B. Kupferoxydul, iſt eine Verbindung des Oxyds mit dem Metall. — Eine andere rationelle Nomenklatur müßte alſo eintreten.

auf den Waſſer- und Kohlenſtoff, es tritt unter Waſſer- und Kohlenſäurebildung Ameiſenſäure in die Erſcheinung.

$$C_4 H_6 O_3 + O_6 = C_2 H_2 O_3 + 2 CO_2 + 2 H_2 O.$$

Kohlenſäure und Waſſer wird auch bei dem Verweſungsproceſſe des Holzes gebildet. Holz, welches z. B. bis zu dem Punkte in Verweſung übergegangen, wo es durch die Formel $C_{36} H_{44} O_{22}$ ausgedrückt wird, gehet zunächſt über in $C_{35} H_{40} O_{20}$, dann in $C_{34} H_{36} O_{18}$ u. ſ. f. in dieſem Falle. Es entſtehen 2 Atome Waſſer und 1 Atom Kohlenſäure.

$$C_{36} H_{44} O_{22} + O_2 = C_{35} H_{40} O_{20} + 2 H_2 O + CO_2.$$
$$C_{35} H_{40} O_{20} + O_2 = C_{34} H_{36} O_{18} + 2 H_2 O + CO_2.$$

Die relative Menge des Kohlenſtoffs wird alſo mit dem fortſchreitenden Proceſſe immer größer.

Die 2 At. Waſſer erzeugen ſich aus dem Sauer- und Waſſerſtoff der Holzſubſtanz, die Kohlenſäure aber aus dem Kohlenſtoff derſelben und dem Sauerſtoff der Luft. Es iſt der Proceß ähnlich dem, wie bei der Umwandlung der Gerbſäure in Gallusſäure.

Das Waſſer bildet ſich alſo hier nicht, indem der Waſſerſtoff durch den Sauerſtoff der Luft oxydirt wird, in welchem Falle eine Subſtitution eintreten würde, und die Kohlenſäure erzeugt ſich auch ſomit nicht aus den Elementen des Holzes.

Ich kann daher Liebig's Anſicht nicht huldigen, wie es z. B. Otto thut, *) und mit ihm ſagen: „Wie ſonderbar würde in der That dieſe Verbrennung ſich darſtellen, wenn der Kohlenſtoff des Holzes direct ſich mit dem Sauerſtoff verbände, eine Verbrennung, wo der Kohlengehalt des verbrennenden Körpers, anſtatt abzunehmen, ſich beſtändig vergrößert. (!) Es iſt offenbar der Waſſerſtoff, der auf Koſten des Sauerſtoffs der Luft oxydirt wird, die Kohlenſäure ſtammt von den Elementen des Holzes; nie,

*) Graham, Lehrbuch der Chemie. Bd. III. S. 70.

unter keinerlei Bedingungen, vereinigt sich bei gewöhnlicher Temperatur der Kohlenstoff direct mit dem Sauerstoff zu Kohlensäure." *)

Aber glauben denn die genannten Chemiker, wir hätten es hier mit Kienruß oder gar mit Diamant zu thun? Ist nicht der Kohlenstoff, welcher aus einer chemischen Verbindung tritt, im statu nascenti ein ganz anderer? Und ist hier, sage ich, der Kohlenstoff ohne alle Fähigkeit mit dem Sauerstoff der Luft zur Identität zusammenzutreten, so geschieht dies noch viel weniger mit dem Sauerstoff des Holzes.

Das verwesende Holz befindet sich in einem hohen Grade von innerer Thätigkeit, weshalb die Wasserbildung aus den Elementen der Substanz selbst entspringt, und nicht durch den Sauerstoff der Atmosphäre vermittelt wird.

6) Metamorphosen unter Wasser- und Oxalsäurebildung.

Rohrzucker oder Stärke mit Salpetersäure erhitzt, metamorphosirt sich in Wasser, Oxalsäure, $= C_2 O_3$, und Zuckersäure, $= C_6 H_8 O_7$. Aus 2 Atomen Stärke, $= C_{12} H_{20} O_{10}$, resultiren, indem sie in ihre Elemente sich auflösen und der Sauerstoff der Salpetersäure in den Proceß eingreift, 1 At. Zuckersäure, 3 At. Oxal- oder Kleesäure und 6 At. Wasser.

Denn: $C_{12} H_{20} O_{10} + O_{12} = C_6 H_8 O_7 + 3 C_2 O_3 + 6 H_2 O$.

Oder:

2 At. Rohrzucker	C_{12}	H_{20}	O_{10}
Hierzu 12 At. Sauerstoff . .			O_{12}
	C_{12}	H_{20}	O_{22}
Ab 3 At. Kleesäure . . .	C_6		O_9
	C_6	H_{20}.	O_{13}
Ferner ab 6 At. Wasser . .		H_{12}	O_6
bleibt	C_6	H_8	O_7

*) Die organische Chemie in ihrer Anwend. auf Agricultur und Physiol. S. 288, vergl. auch S. 248 ff.

Die in Freiheit gesetzten Elemente theilen sich in zwei Sphären; auf der einen Seite treten 6 At. Kohlenstoff mit 8 At. Wasserstoff und 7 At. Sauerstoff zu Zuckersäure zusammen, und auf der andern Seite, bestehend aus 6 At. Kohlenstoff, 12 At. Wasser- und 3 At. Sauerstoff, werden die 6 Aequivalente Wasserstoff durch 6 Aequivalente Sauerstoff ersetzt, und es entstehen 6 At. Wasser und 3 At. Oxalsäure.

$$C_6 H_{12} O_3 + O_{12} = 6 H_2 O + 3 C_2 O_3.$$

Denn nachdem $6 H_2 O$ entstanden und der Wasserstoff durch Sauerstoffäquivalente substituirt worden, haben wir $C_6 O_9$, d. i. $= 3 C_2 O_3$.

Merkwürdig könnte es erscheinen, daß bei diesem Processe, bei Gegenwart von Salpetersäure, keine Verbrennung des Kohlenstoffs, also keine Kohlensäure- oder Kohlenoxydbildung stattfindet; denn wir wissen doch, daß die Salpetersäure eins der ausgezeichnetsten Oxydationsmittel ist, daß sie die Metalle mit wenigen Ausnahmen oxydirt, ja einige, wie Zink, Zinn, Eisen, mit außerordentlicher Energie; wir wissen, daß sie die Metalloide zum Theil in Sauerstoffsäuren verwandelt, daß Kohle, mit der erwärmten Säure in Berührung gebracht, mit Glanz verbrennt, und so weiter.

Was nun ist der Grund, daß in unserm Falle der Kohlenstoff keine Oxydation oder Verbrennung erfährt? In nichts Anderem, als in der geringen Infektion der Salpetersäure auf die Stärke — weil diese ein schon gewisses Concretes ist — ist es begründet, daß somit denn auch die freigewordenen Elemente eine sehr geringe Intensität zeigen und daher nur der Wasserstoff verbrennt.

Zwar tritt bei dem Processe eine Verbindung von Kohlenstoff mit Sauerstoff, die Oxalsäure, auf, allein hier hat der Kohlenstoff keine wirkliche Verbrennung erfahren, dessen Qualitäten

ſind in einem geringern Grade aufgehoben, als in der Kohlenſäure oder dem Kohlenoxydgas. Erſt, indem die Oxalſäure durch kräftige Agentien eine Zerſetzung erleidet, wird deren Kohlenſtoff, da jetzt die Intenſität deſſelben größer geworden, wirklich verbrannt.*)

Die Oxalſäure, als eine Einheit von 2 Atomen Kohlenſtoff und 3 Atomen Sauerſtoff, iſt alſo nicht als eine Oxydationsſtufe des Kohlenſtoffs zu betrachten, ſie iſt eine zwiſchen dem unorganiſchen und organiſchen Chemismus ſtehende Verbindung, — ein pſeudoorganiſcher Körper. **)

---

*) Wird die kryſtalliſirte Oxalſäure mit conc. Schwefelſäure in Berührung gebracht, ſo theilen ſich die Beſtandtheile, indem das Waſſer, ohne welches die Kleeſäure keine Exiſtenz findet oder hat, abgeſchieden, in Kohlenſäure und Kohlenoxyd ($C_2 O_3 = \dot{C} + \ddot{C}$). In dieſen beiden Verbindungen iſt der Kohlenſtoff wirklich oxydirt, es iſt dies eine Oxydation im eigentlichen Sinne. Dieſelbe Erſcheinung beobachten wir, wenn wir oxalſaure Bittererde glühen, es entweicht ein Gasgemenge von Kohlenſäure und Kohlenoxyd, und die Baſe, die Bittererde oder Magneſia, bleibt zurück ($\dot{Mg} C_2 O_3 = \dot{Mg} + \ddot{C} + \dot{C}$). Iſt das Metalloxyd leicht reducirbar, ſo entwickelt ſich unter Wiederherſtellung des Metalls, blos Kohlenſäure ($\dot{Fe} \dot{Fe} [C_2 O_3]_3 = 6\ddot{C} + Fe_2$). Oxalſaures Kali, oxalſaure Baryt- oder Strontianerde u. ſ. w. ſetzen blos Kohlenoxydgas in Freiheit, d. h. aber die entſtandene Kohlenſäure tritt mit der Baſe in Verbindung ($\dot{K} C_2 O_3 = \dot{K}\ddot{C} + \dot{C}$). In allen dieſen Fällen fällt alſo die Oxalſäure erſt dem unorganiſchen Chemismus anheim.

**) Daſſelbe gilt von dem Cyan, eine Verbindung von $N_2 C_2$, welche man als Cyankalium durch Glühen thieriſcher Materien, z. B. getrockneten Blutes mit kohlenſaurem Kali, oder durch Erhitzen von Kohle und kohlenſaurem Kali im Stickſtoffgas erhält. Als pſeudoorganiſche Körper ſind auch das Citronenöl, Terpentinöl u. ſ. w. zu betrachten.

Auf die Entſtehungsweiſe dürfen wir alſo bei der Beſtimmung, ob

Ohne Begleitung einer organischen Verbindung tritt die Oxalsäure bei der Behandlung des Zuckers mit übermangansaurem Kali hervor. Es lösen sich 2 At. Zucker in ihre Elemente auf, und es bildet sich 1 At. Wasser.

$$C_{12}\ H_{20}\ O_{10} = C_{12}\ H_{18}\ O_9 + H_2\ O.$$

Aber ohne daß eine Einigung der übrigen Elemente erfolgte, werden sogleich die 9 Aequivalente Wasserstoff durch 9 Aequivalente Sauerstoff substituirt, und es erscheinen 6 Aequivalente Oxalsäure und 9 Aequivalente Wasser.

$$C_{12}\ H_{18}\ O_9 + O_{18} = 6\,C_2\ O_3 + 9\,H_2\ O.$$

Die Uebermangansäure, welche in Sauerstoffgas und Superoxyd zerfällt, wirkt energischer auf den Zucker, als die Salpetersäure, daher hier sämmtlicher Wasserstoff oxydirt, und nicht, wie im vorhergehenden Falle, zugleich eine organische Verbindung erzeugt wird.

Wohl aber kommt eine ternäre Verbindung unter Wasser- und Oxalsäurebildung zum Vorschein, wenn Weinsäure, $= C_4 H_4 O_5$ mit Kalihydrat zum Schmelzen gebracht wird; es entsteht Essigsäure, welche, wie die Oxalsäure, mit dem Kali in Verbindung tritt.

$$2\,C_4\ H_4\ O_5 = C_4\ H_6\ O_3 + 2\,C_2\ O_3 + H_2\ O.$$

---

ein Körper ein unorganischer, pseudoorganischer oder organischer sei, nicht Rücksicht nehmen oder Gewicht legen. Das Ammoniak z. B., welches sich bei der Auflösung der wasserzersetzenden Metalle in verdünnter Salpetersäure erzeugt, dann aber auch ein Erzeugniß der Fäulniß organischer Materien, und Produkt bei der trockenen Destillation thierischer Substanzen ist, ist nur, gerade so wie die Verbindungen des Stickstoffs mit Sauerstoff, Schwefel, als ein dem unorganischen Chemismus Angehöriges zu betrachten.

Wie wir sehen, wird hier die Oxalsäure auf eine andere Weise gebildet, es ist nicht der außerhalb der Verbindung seiende Sauerstoff, welcher den Wasserstoff in Wasser verwandelt.

Der Proceß beginnt in der Weise, daß die Elemente von 2 At. Weinsäure in Freiheit gesetzt, und zwei Sphären gebildet werden, jede die Elemente von 1 At. Weinsäure enthaltend. Zwischen dem Sauer- und Wasserstoff beider Sphären findet sodann ein gewisser Austausch statt, die eine Sphäre gibt an die gegenüberstehende 2 At. Sauerstoff ab und erhält dafür 2 At. Wasserstoff. So entstehen zwei neue Sphären, wovon die eine mehr Wasserstoff als Sauerstoff, die andre mehr Sauerstoff als Wasserstoff enthält.

$$\left.\begin{array}{ll} \text{Sphäre 1.} & C_4\,H_4\,O_5 \\ \text{Sphäre 2.} & C_4\,H_4\,O_5 \end{array}\right\} = \begin{array}{l} C_4\,H_6\,O_3. \\ C_4\,H_2\,O_7. \end{array}$$

Die Elemente der einen Sphäre vereinigen sich zu Essigsäure, die der andern aber sind in Folge des eingetretenen Quantitäts-Verhältnisses zwischen Sauer- und Wasserstoff in Unruhe, und die Folge ist, daß der Wasserstoff verbrannt wird.

$$C_4\,H_2\,O_7 = 2\,C_2\,O_3 \text{ (d. i. } C_4\,O_6) + H_2\,O.$$

Wie die Weinsäure-Elemente sich in zwei Sphären theilen, unter denen ein Elementen-Austausch statt hat, so geschah es auch bei der Verwandlung des Zuckers oder Amylon's in Oxal- und Zuckersäure.

$$\left.\begin{array}{l} C_6\,H_{10}\,O_5 \\ C_6\,H_{10}\,O_5 \end{array}\right\} = \begin{array}{l} C_6\,H_{12}\,O_3 \\ C_6\,H_8\,O_7. \end{array}$$

Daß hier der außerhalb den Elementen der Verbindung existirende Sauerstoff in den Proceß eingehen muß, und daß nur aus der Sphäre, welche aus $C_6\,H_{12}\,O_3$ besteht, die Oxalsäure entspringen kann, wird jedem Chemiker einleuchtend sein.

7) Metamorphosen unter Kohlenwasserstoffbildung u. s. w.

Destilliren wir Margarinsäure, $= C_{34} H_{66} O_3$, mit einem Ueberschuß von Kalkerde, so ist das Resultat des entstehenden Processes: 1 At. Wasser, 2 At. Kohlensäure, 1 At. Margaron, $= C_{34} H_{66} O$, und 1 At. eines liquiden Kohlenwasserstoffes, $= C_{32} H_{64}$. Es werden hierbei die Elemente von 2 At. Margarinsäure entlassen.

Auch hier bilden sich, wie in den vorhergehenden Fällen, zwei Sphären, aber es findet zwischen beiden nicht erst eine Wechselwirkung, ein Austausch statt, sondern es regt sich hier alsbald die Tendenz zur Wasser- und Kohlensäurebildung; in der Sphäre, wo sich die Thätigkeit am energischsten ausspricht (denn die eine ist positiv, die andere negativ), da beginnt der genannte Proceß, das Streben der Elemente zur Wiedervereinigung. Zwei Atome Sauerstoff werden jedoch noch in die Sphäre hereingezogen, und zwar aus der anderen Sphäre. Diese enthält alsdann noch die Elemente: $C_{34} H_{66} O$; denn $C_{34} H_{66} O_3 - O_2 = C_{34} H_{66} O$. Und diese treten hierauf zur Identität zusammen, es entsteht Margaron, während auf der anderen Seite eine Kohlenwasserstoffverbindung unter Wasser- und Kohlensäurebildung erscheint.

$$C_{34} H_{66} O_3 + O_2 = C_{32} H_{64} + H_2 O + 2 CO_2.$$

Aus den Elementen der Margarinsäure erzeugen sich zuerst 1 At. Wasser und 1 At. Kohlensäure, worauf die Entstehung von einem zweiten Atom Kohlensäure durch den Sauerstoff der gegenüberstehenden Sphäre bedingt wird.

Also aus 2 Atomen Margarinsäure erhalten wir:

$C_{34} H_{66} O$	=	Margaron,
$C_{32} H_{64}$	=	Kohlenwasserstoff,
$H_2 O$	=	1 At. Wasser,
$C_2 O_4$	=	2 At. Kohlensäure,
$C_{68} H_{132} O_6$	=	2 At. Margarinsäure.

Destilliren wir ferner das Margaron bei Rothglühhitze über Kalk, so entsteht unter Kohlensäurebildung (indem das entstehende Kohlenoxyd noch 1 At. Sauerstoff aufnimmt) das mit dem ölbildenden Gas gleiche procent. Zusammensetzung habende Paraffin.

$$C_{34}\ H_{66}\ O + O = C_{33}\ H_{66} + CO_2.$$

Eine andere Verbindung von Kohlenstoff und Wasserstoff kommt unter Kohlensäurebildung zum Vorschein, wenn man Benzoësäure mit dem dreifachen Gewicht Kalkhydrat destillirt; es entstehen kohlensaure Kalkerde und Benzol (Benzin, Faraday's Kohlenwasserstoff), $= C_{12}\ H_{12}$.

$$C_{14}\ H_{10}\ O_3 + H_2\ O = C_{12}\ H_{12} + 2\ CO_2.$$

Das s. g. ölbildende Gas (Leuchtgas, schwere Kohlenwasserstoffgas), $= CH_2$, entsteht unter Wasserbildung (indem sich sämmtlicher Sauerstoff auf den Wasserstoff wirft), durch Erhitzen einer Mischung von Alkohol und concentrirter Schwefelsäure. Diese schlägt dann mit dem erzeugten Wasser zusammen.

$$C_4\ H_{12}\ O_2 = 4\ CH_2 + 2\ H_2\ O.$$

Die concentrirte Schwefelsäure wirkt auf den Alkohol nicht sehr energisch, der freigewordene Kohlenstoff ist daher nicht in dem Grade begeistet, er besitzt keine solche Verwandtschaft zum Sauerstoff, um Kohlensäure bilden zu können. Der Wasserstoff ist es daher, welcher den Sauerstoff in Beschlag nimmt; denn bei diesem, dem Wasserstoff, erwacht die Affinität oder Verwandtschaft, wie man sagt, durch eine geringere Infektion. *)

*) Das Erwachen der Verwandtschaft, der physikalischen Seele (s. Th. II., Charakter und Leben der Pflanze) der Elemente bis zu dem Grade, wo sie ihre Seelenhaftigkeit, ihre Aeußerung gegen Anderes deutlich wahrnehmen lassen, geschieht je nach dem Grade der Erstarrung mehr

Wenn der Alkohol einem mächtigeren Einflusse ausgesetzt wird, als dem der Schwefelsäure, dann wird kein Wasser, es wird vielmehr Kohlensäure in die Erscheinung treten. Erhitzen wir etwa den Alkohol und leiten den Dampf durch eine glühende Glas- oder Porcellanröhre, so theilen sich die Bestandtheile in Kohlensäure und Grubengas (Sumpfgas, feuriger Schwaden, leichtes Kohlenwasserstoffgas), $= CH_4$.

$$C_4 H_{12} O_2 = 3 CH_4 + CO_2.$$

---

oder weniger leicht. Im Gold, Platin ꝛc. ist das Leben mehr erstarrt, die Seele weniger frei, als in anderen Metallen; daher gehen sie nur schwierig chemische Verbindungen ein, sie bleiben z. B. in der Luft bei jeder Temperatur unverändert, d. h. sie sind auf unmittelbare Weise nicht oxydirbar, was in nichts Anderem, als in der eigenthümlichen Cohäsion und der spec. Schwere begründet sein kann. Es sind diese Metalle daher nur auf mittelbarem Wege oxydirbar, d. h. auf dem Wege, wo sie zuerst in einen solchen Zustand versetzt werden, wo ihre Seelenhaftigkeit freier oder energischer wird; erst jetzt entsteht zwischen dem Metall und dem Sauerstoff eine Spannung, ein elektrisches Verhältniß, und der Gegensatz löst sich in eine Einheit auf. Was es nun heißt, wenn gesagt wird, das Gold habe unter allen andern Metallen die geringste Affinität zum Sauerstoff, ist hiernach einleuchtend.

Und eben so einleuchtend ist es jetzt, warum bei der Einwirkung von Salpetersäure auf Silber salpetrige Säure, aber auf Kupfer Stickoxydgas in Freiheit gesetzt wird, und warum Zink zugleich Wasser und Salpetersäure in solchem Verhältniß zerlegt, daß Ammoniak entstehe, und aus welchem Grunde das Zink aus sehr verdünnter Salpetersäure Stickoxydul frei macht. Die innere Thätigkeit oder Seelenhaftigkeit des Zinks ist am größten, die des Silbers am geringsten oder schwächsten.

Daß also die innere Thätigkeit, die Verwandtschaft des Kohlenstoffs erst in höherer Temperatur, d. i. durch stärkere äußere Infektion erwacht, das Einheitsstreben des Wasserstoffs aber viel früher und leichter, ist in der eigenthümlichen Cohäsion begründet. Die Intensität des Kohlenstoffs ist aber alsdann bedeutender, als die des Wasserstoffs.

Auf dieſelbe Weiſe entſteht in der Erde, namentlich in ſumpfigen Gewäſſern bei der Verweſung organiſcher Materien, z. B. der Holzſubſtanz, unter Kohlenſäurebildung das Sumpf- oder Grubengas.

$$C_{24}\ H_{40}\ O_{20}\ (\text{Holz}) + 4\,H_2\,O = 12\,CH_4 + 12\,CO_2.$$

Mit der Zerſetzung des Holzes werden durch deſſen Infektion 4 At. Waſſer in die Elemente aufgelöſt; der Sauerſtoff des Waſſers, wie der des Holzes (24 Atome) treten mit dem Kohlenſtoff (12 Atome) in Einheit und erzeugen Kohlenſäure, worauf dann der Waſſerſtoff des Waſſers mit dem übrigen Kohlenſtoff und dem Waſſerſtoff des Holzes zu Sumpfgas zuſammentritt.

Daß das in Verweſung begriffene Holz einen hohen Grad von innerer Thätigkeit zeigt, iſt allbekannt. Schon das Ausſchlagen zum Leuchten, das Phosphoresciren, zeugt hiervon.

Von dem Vorhandenſein des Sumpfgaſes in Sümpfen u. dgl. kann ſich Jeder leicht überzeugen durch Aufrühren des Schlammes mittelſt eines Stockes. Es ſteigen alsbald Gasblaſen empor, welche man in einer mit Waſſer gefüllten, umgekehrten Flaſche, auf deren Hals man einen Trichter befeſtigt, auffangen kann. Setzt man dieſes an mehreren Stellen fort, ſo füllt ſich in kurzer Zeit die ganze Flaſche mit Sumpfgas, jedoch mit Kohlenſäure verunreinigt, an.

Unter anderen Verhältniſſen erleidet die Holzſubſtanz, das Lignin, eine andere Metamorphoſe. Daſſelbe gilt von allen übrigen organiſchen Materien.

Wie nun iſt z. B. die Entſtehung jener Splintkohle von Newcaſtle und die der Cannelkohle von Lancaſhire, beide $= C_{24}\,H_{26}\,O$, zu faſſen? Die Holzſubſtanz, $= C_{24}\,H_{40}\,O_{20}$, zerſetzt ſich zunächſt in der Weiſe, daß nach oben angeführtem Geſetz 2 At. Waſſer und 1 At. Kohlenſäure entſtehen, und alſo die Verbindung: $C_{23}\,H_{36}\,O_{18}$ gebildet wird. Dieſe löſt ſich wieder in ihre Beſtandtheile auf,

es beginnt derselbe Proceß u. s. f., bis die Verbindung: $C_{20} H_{24} O_{12}$ in die Existenz getreten, z. B.:

$$C_{24} H_{40} O_{20} + O_2 = C_{23} H_{36} O_{18} + 2H_2 O + CO_2$$
$$C_{23} H_{36} O_{18} + O_2 = C_{22} H_{32} O_{16} + 2H_2 O + CO_2$$
$$C_{22} H_{32} O_{16} + O_2 = C_{21} H_{28} O_{14} + 2H_2 O + CO_2$$
$$C_{21} H_{28} O_{14} + O_2 = C_{20} H_{24} O_{12} + 2H_2 O + CO_2.$$

Es tritt jetzt ein anderes Verhältniß ein, die Intensität wird etwas größer, und es entsteht, in der Weise, wie die Gallussäure aus der Gerbsäure hervorgeht, die Verbindung: $C_{18} H_{22} O_{11}$.

$$C_{20} H_{24} O_{12} + O_4 = C_{18} H_{22} O_{11} + H_2 O + 2 CO_2$$

Aus dem Zersetzungsprocesse von 2 Atomen dieser Verbindung, d. i. $C_{36} H_{14} O_{22}$ (die Formel, welche man mit Unrecht der Holzfaser gibt), resultirt dann entweder die Cannel- oder die Splintkohle.

Die Intensität ist noch mehr gestiegen, daher ist das Produkt des Processes: 1 At. Kohle, 3 At. Sumpfgas, 3 At. Wasser und 9 At. Kohlensäure.

Veränderte Holzfaser . . . . . $C_{36} H_{44} O_{22}$

Hiervon ab:

3 At. Sumpfgas .	$C_3 H_{12}$		$C_{12} H_{18} O_{21}$
3 At. Wasser . .	H_6	O_3	
9 At. Kohlensäure .	C_9	O_{18}	

Steinkohle . . . . . $C_{24} H_{26} O.$

Wie gehet dieser Proceß von Statten? Es bilden sich wie bei der Weinsäure u. s. w. zwei Sphären, und es erfolgt Austausch der Elemente. Die eine Sphäre gibt 10 At. Sauerstoff ab und erhält dafür 6 At. Kohlenstoff und 4 At. Wasserstoff, sodaß sie jetzt die Bestandtheile der Steinkohle enthält. In der anderen Sphäre verbrennt ein Theil Wasserstoff, hierauf ein Theil Kohlen-

ſtoff, und es bleiben die Elemente von 3 At. Sumpfgas, welche alsdann zur Identität zuſammenſchlagen.

Erfährt die Cannelkohle eine weitere Metamorphoſe, und zwar unter Bildung von ſchwerem Kohlenwaſſerſtoffgas, $= CH_2$, ſo entſteht die Backkohle von Caresfield bei Newcaſtle, $= C_{20} H_{18} O$.

$$C_{24} H_{26} O = C_{20} H_{18} O + C_4 H_8.$$

Wie wir das mit Grubengas verunreinigte Leuchtgas durch Glühen von Steinkohlen in gußeiſernen Cylindern darſtellen, ſo geſchieht dies alſo auch im Innern der Erde, in den Kohlenlagern.

Mehrere Gaſe, wie Kohlenſäure, ölbildendes Gas, Sumpfgas und Stickgas, ſtrömen oft in bedeutender Menge aus Steinkohlenlagern u. ſ. w. Das Stickgas entſtehet durch Verbrennung von Ammoniak.

Den Kohlenlagern verdanken ebenſo auch die Erdölquellen ihre Entſtehung. An mehreren Orten, wie am caſpiſchen Meer, bei Baku in Perſien, zu Amiano in Parma u. ſ. w. quillt das Steinöl (Petroleum, Naphta) mit Waſſer in anſehnlicher Quantität aus der Erde. Der Anſicht Hugi's, als erzeugte ſich dieſes Oel aus der unmittelbaren Verwandlung einer Flüſſigkeit durch die Infektion der Schichten-Spannung, iſt in der gegenwärtigen Zeit nicht mehr zu huldigen. *)

Durch Zerſetzung der Kohlenwaſſerſtoff-Verbindungen gelangt der reine Kohlenſtoff in die Natur, und zwar in faſt reinem Zuſtande als Diamant, in unreineren Formen als Anthracit und Graphit. In dem Diamanten ſelbſt kommen nach den Unterſuchungen von Petzholt **) Spuren organiſcher Subſtanzen vor.

Daß der Diamant auf naſſem Wege entſtanden ſei, ſich in

*) Vergl. deſſen Grundzüge zu einer allgemeinen Naturanſicht. S. 219 f.

**) Beiträge zur Naturgeſchichte des Diamants.

einer Flüssigkeit gebildet habe, wie Liebig *) meint, ist höchst unwahrscheinlich. Mit größerer Wahrscheinlichkeit behaupte ich, daß der gasförmige Kohlenstoff, unter gewissen Verhältnissen condensirt, flüssig wurde, und, wie es bei der Sublimation geschieht, krystallinisch auftrat.

Daß Kohlenstoff in gewissen Fällen bei chemischen Processen abgeschieden wird, aber unter diesen Verhältnissen nicht krystallinisch, ist bekannt. Wird z. B. Elaïnsäure der Destillation unterworfen, so theilen sich die Elemente in Fettsäure, in einen liquiden Kohlenwasserstoff, in Kohlensäure und Kohle.

8) Metamorphosen unter Ammoniakbildung u. s. w.

Ammoniak tritt bei der Zersetzung stickstoffhaltiger Verbindungen auf. Wie schon früher bemerkt, verwandelt sich das in farblosen, seidenglänzenden Prismen krystallisirende Caffeïn, welches $= C_8 H_{10} N_4 O_2 + H_2 O$ ist, durch Kochen mit Alkalien in Kohlensäure, Ammoniak und Ameisensäure.

$$C_8 H_{10} N_4 O_2 + 2 H_2 O + O_{11} = 2 N_2 H_6 + 6 CO_2 + C_2 H_2 O_3.$$

Warum entstehet hier nothwendigerweise Ameisensäure, und aus welchem Grunde treten gerade 11 At. Sauerstoff hinzu?

Es bildet sich wieder ein Gegensatz mit Elementen-Austausch. Sämmtlicher Stickstoff schlägt aber augenblicklich in Folge seines tiefen Einheitsstrebens zum Wasserstoff mit diesem zu Ammoniak zusammen. Und nach diesem findet unter den übrigen Elementen, ehe chemische Einigung eintritt, ein wirklicher Austausch statt; die eine Sphäre gibt der anderen 2 At. Kohlenstoff ab, und empfängt dafür 2 At. Sauerstoff, sodaß sie also jetzt 2 At. Kohlenstoff, 3 At. Sauerstoff und 2 At. Wasserstoff (d. i. der von 1 At. zersetzten

*) Die organische Chemie ꝛc. S. 292.

Waſſers) enthält; außerdem noch das 1 At. Sauerſtoff dieſes Waſſers, welcher, nebſt 11 Atomen O aus der Luft, die 6 Atome Kohlenſtoff der zweiten Sphäre zu Kohlenſäure verbrennt.

Alſo aus:

$$\left.\begin{matrix} C_4\,H_5\,N_2\,O + H_2\,O \\ C_4\,H_5\,N_2\,O + H_2\,O \end{matrix}\right\} \text{ wird: } \begin{matrix} C_4\,O + H_2\,O \\ C_4\,O + O, \end{matrix}$$

indem nämlich ſämmtlicher Stickſtoff mit 12 At. Waſſerſtoff Ammoniak bildet. Und aus den übrigen Elementen wird:

$$\begin{matrix} C_2\,O_3\,H_2 \\ C_6\,O. \end{matrix}$$

Aus der einen Sphäre wird alsdann Ameiſenſäure erzeugt, und aus der anderen, indem 11 At. Sauerſtoff hinzutreten, Kohlenſäure.

$$C_6\,O + O_{11} = 6\,CO_2.$$

Der Stickſtoff iſt ein in einem gewiſſen Grade in ſich Erſtarrtes, ein Element, deſſen Seelenhaftigkeit wenig hervortritt, daher er nur ſchwierig bis zu dem Grade beſeelt oder bethätigt werden kann, wo er mit anderen Elementen in Spannung und in chemiſche Einheit zu treten vermag. Und aus dem Grunde, weil er keine charakteriſtiſchen Eigenſchaften beſitzt, iſt auch ſeine Ausmittelung bei Analyſen ſo ſchwierig; denn es iſt der Stickſtoff nur auf indirekte Weiſe auszumitteln, nämlich, indem man ſich von der Abweſenheit aller übrigen Gasarten überzeugt hat.

Direct geht der Stickſtoff aus genanntem Grunde nur höchſt ſchwierig mit anderen Elementen chemiſche Einheiten ein. Selbſt ſeine Verwandtſchaft zum Sauerſtoff iſt gering, ſie iſt ſchwächer, als zum Waſſerſtoff. Und worin iſt dies begründet? Offenbar in der unterſchiedenen ſpec. Schwere und Cohäſion, oder in der verſchiedenartigeren Natur, der größeren Heterogenität der Elemente. Stickſtoff und Waſſerſtoff ſtehen hinſichtlich ihrer Natur weiter von

einander, als Stickstoff und Sauerstoff. Der Stickstoff wird deshalb, wenn dessen Seelenhaftigkeit gesteigert worden, ein tieferes Einheitsstreben zum Wasserstoff, als zum Sauerstoff zeigen, eben weil die gegenseitige Infektion beider Elemente auf einander mächtiger ist. Wir sehen daher im obigen Falle, bei der Zersetzung des Caffeïns, zuerst das Ammoniak auftreten.

Ueberall sehen wir Ammoniak hervortreten, wo feuchte stickstoffhaltige, animalische Substanzen der Einwirkung der Atmosphäre exponirt sind.

In gewissen Fällen erleidet aber auch der Stickstoff eine Oxydation, eine wirkliche Verbrennung. Es geschieht dieses, wenn wir Ammoniakgas in Ueberschuß über glühenden Braunstein leiten; es wird sowohl der Stickstoff, als der Wasserstoff oxydirt und das Produkt ist salpetersaures Ammoniak. Den zur Oxydation nothwendigen Sauerstoff liefert das Mangansuperoxyd, indem dieses in Manganoxydul und Sauerstoff zerfällt. *)

$$N_2\,H_6 + O_8 = \dot{H}_3\,\dddot{\dot{N}}.$$

Nur in sehr seltnen Fällen wird indessen Salpetersäure erzeugt, wenn wir eine andere Stickstoffverbindung, etwa Cyangas über glühendes Mangansuperoxyd oder Eisenoxyd leiten; nur nebst einem großen Ueberschuß von Sauerstoff über glühenden Platinschwamm geführt, wird nach Kuhlmann Salpetersäure gebildet. Denn in diesem Falle wird der Sauerstoff vorzugsweise von dem Kohlenstoff angezogen und in chemische Einheit gebracht. Die Ursache, warum der Stickstoff des Ammoniaks großes Streben zeigt, sich zu Salpetersäure zu oxydiren, liegt, wie Liebig mit Recht sagt,

---

*) Wenn wir indessen Manganoxyd finden, so ist dieses auf die Weise entstanden, daß das Oxydul sich mit unzersetztem Superoxyd vereinigte. $\dot{M}n = \dot{M}n + O$; $\dot{M}n + \ddot{M}n = Mn_2\,O_3$ d. i. $\dot{M}n\,\ddot{M}n$.

darin, daß in der Oxydation der Bestandtheile des Ammoniaks zwei Produkte gebildet werden, die sich mit einander zu verbinden vermögen. *)

Aber auch bei gewöhnlicher Lufttemperatur bemerken wir die Entstehung von Salpetersäure; es zeugt hiervon der s. g. Salpeterfraß. Das sich z. B. in den Ställen entwickelnde Ammoniak wird durch die Gegenwart, oder durch die Infektion organischer Materien in Salpetersäure verwandelt, welche dann mit dem Kalk des Mörtels, welcher in der Mauer enthalten, die salpetersaure Kalkerde bildet. Daher findet man dieses Salz überall an Orten, wo Düngerstätte sind. So in der unter den Ställen sich befindlichen Erde und den nahe gelegenen Brunnenwassern.

Der Stickstoff erlangt also nur unter den günstigsten Verhältnissen den Grad von Intensität, wo er mit dem Sauerstoff sich zu identificiren und Salpetersäure zu bilden vermag. Direct gehet er keine Verbindung mit dem Sauerstoff ein, sondern nur, wenn er aus einer Verbindung heraustritt; denn in dem Momente seines Freiwerdens ist dessen Intensität oder Einheitsstreben größer, d. h. er ist noch nicht in den gewöhnlichen Zustand, worin er für sich verharrt, zurückgekehrt.

In allen Elementen ist die Idealität im Momente des Heraustretens aus der chemischen Einheit, also im statu nascenti, freier, energischer.

Wir werden nun den Grund des Auftretens von Ammoniak bei dem Zusammenbringen von Salzsäure mit Blausäure (Cyanwasserstoffsäure) und Wasser erkennen.

Wie die Salzsäure (Chlorwasserstoffsäure) mit der Blausäure und dem Wasser in Berührung kommt, wird Ameisensäure und Ammoniak in die Erscheinung gesetzt.

$$H_2, N_2 C_2 + 3 H_2 O = N_2 H_6 + C_2 H_2 O_3.$$

*) l. c. pag. 261 f.

Es ist zunächst die Blausäure, welche durch die Chlorwasserstoffsäure in Thätigkeit gesetzt wird, welcher Thätigkeitszustand sich dann auf das Wasser überträgt, so daß mit der Auflösung der Blausäure eine Auflösung oder Zersetzung des Wassers erfolgt. Indem nun die Elemente beider Verbindungen zum Fürsichsein gekommen, erzeugt sich aus dem Stickstoff der Blausäure und dem Wasserstoff des Wassers Ammoniak, und hierauf aus dem Kohlen- und Wasserstoff der Blausäure und dem Sauerstoff des Wassers Ameisensäure. Die Salzsäure tritt mit dem entstandenen Ammoniak in Verbindung.

Auf ähnliche Weise entstehet Ammoniak, wenn Amygdalin, $= C_{40} H_{54} N_2 O_{22}$, mit einer Auflösung von Kali gekocht wird; das Amygdalin gehet dabei über in Amygdalinsäure, $= C_{40} H_{52} O_{24}$.

$$C_{40} H_{54} N_2 O_{22} + 2H_2 O = N_2 H_6 + C_{40} H_{52} O_{24}.$$

Ohne Wasserzersetzung verwandelt sich das Asparagin, $= C_4 H_8 N_2 O_3$, bei dem Erwärmen mit Säuren oder Basen unter Ammoniakbildung in Asparaginsäure, $= C_8 H_{10} N_2 O_6$.

$$2 C_4 H_8 N_2 O_3 = N_2 H_6 + C_8 H_{10} N_2 O_6.$$

9) Metamorphosen ohne Freiwerdung von unorganischen Verbindungen.

Schon bei vielen chemischen Processen haben wir auf eine Wasserzersetzung schließen können; aber immer waren es Processe, bei welchen binäre Verbindungen hervortraten.

Wird aber Amylon (Stärke) oder Rohrzucker, welche beide eine Einheit von $C_6 H_{10} O_5$ sind, mit sehr verdünnter Schwefelsäure gekocht, so hat Bildung von Traubenzucker, $= C_6 H_{12} O_6$, statt, und diese Metamorphose ist auf der Assimilation der Bestandtheile von 1 At. Wasser beruhend.

$$C_6 H_{10} O_5 + H_2 O = C_6 H_{12} O_6.$$

Der Traubenzucker bildet ſich außerdem aus der Stärke durch Einwirkung von Diastas, einer Subſtanz, welche bei dem Keimungsproceß der Gerſte u. ſ. w. erzeugt wird. Zuerſt wird aber das ſich auflöſende Amylon in Dextrin (Stärkegummi) verwandelt.

Die Stärke oder auch der Rohrzucker werden alſo durch die dynamiſche Infektion der Säure oder des Diastas in einen ſolchen Thätigkeitszuſtand verſetzt, daß durch ihre Auflöſung in die Elemente eine gleichzeitige Zerſetzung des Waſſers bewirkt wird. Die Stärke wirkt jetzt auf das Waſſer gleich einer hydroelektriſchen Kette, gleich dem Kalium, Natrium u. ſ. w., gleich gewiſſen Metallen in höherer Temperatur.

Zwiſchen der Säure und der Stärke entſteht zunächſt in Folge ihrer verſchiedenartigen Natur eine Spannung, ein gegenſeitiges Aufeinanderwirken, und da in letzterer Subſtanz die Qualitäten der Elemente nur unbedeutend aufgehoben, erleidet dieſelbe eine Zerſetzung. Die Säure aber, als ein Körper von größerer Beſtändigkeit, erleidet keine Zerlegung in ihre Beſtandtheile, man findet ſie frei und unverändert wieder.

Dieſe Metamorphoſe, wie viele andere derartige Verwandlungen, gehören bekanntlich in das beſondere Capitel: Katalyſe oder Zerſetzung durch Contact.

Wir haben jedoch über dieſe Vorgänge ganz einfache und wahrhafte Erklärungen gegeben, und haben deßhalb jetzt nicht mehr nöthig zu ſagen, daß die Erſcheinungen der ſ. g. Katalyſe verborgener Natur ſeien und ſehr der Erklärung bedürfen, wir brauchen nicht mehr zu ſagen, daß die Eigenſchaft des Platins, die Verbindung des Sauer- und Waſſerſtoffs zu veranlaſſen, mit der katalytiſchen Kraft dieſes Metalls in Verbindung ſtehe, und daß alles dies bis jetzt unerklärbar ſei. *)

*) Vergl. Graham, Lehrbuch der Chemie, bearb. von Otto, Bd. I. S. 364 ff., auch S. 350 f.

Letztere Erscheinung, daß Platin, oder auch Gold, Palladium, Rhodium, Iridium, Osmium u. s. w., ferner auch nichtmetallische Substanzen, wie zerstoßenes Glas, Kohle, Quarz u. s. w., wenn auch diese erst bei höherer Temperatur, die Verbindung des Wasserstoffs und Sauerstoffs zu Wasser vermitteln, beruht in der Heterogenität des Platins, des Rhodiums ꝛc. und des Wasserstoffs; beide setzen ihre Idealität in einander über, der Wasserstoff wird vorzugsweise bethätigt, begeistet, seine Verwandtschaft zum Sauerstoff erwacht und beide treten in chemische Einheit. Das Platin selbst wird durch das dauernde Polaritäts-Verhältniß, wie durch den Wasserbildungsproceß bald ganz rothglühend.

Die Elemente gehen überhaupt erst dann Verbindungen ein, nachdem sie aus dem Zustande ihrer Ruhe, ihres Schlafes oder ihrer Erstarrung erweckt und in Thätigkeit gesetzt worden, d. h. nachdem die Seele, die sie sind, frei geworden.

Und wenn daher der verdienstvolle Karsten *) sagt, es sei nicht zu erklären, warum das Licht hier Zersetzungen und dort neue Verbindungen veranlasse, so ist uns vielmehr dieses nach dem Bisherigen vollkommen klar. **)

Processe, wie die angeführten, werden wir im zweiten Theile unserer Schrift, zu welchem wir nunmehr übergehen, näher in Betrachtung ziehen.

---

*) Philosophie der Chemie. S. 271.

**) Vergl. auch meine Grundzüge einer spec. Einl. zur Chemie. S. 74.

Zweiter Theil.

Die pflanzenphysiologische Chemie mit Rücksicht auf Agricultur.

Charakter und Leben der Pflanze.

Der Gegenstand der *physiologischen Chemie* ist die Erforschung der Erscheinungen im lebendigen Organismus im engeren Sinne.

Bedingung zur Erreichung dieses Zweckes ist die Kenntniß und Erkenntniß des Lebens in seinen Erscheinungen.

Das ganze *Weltall* lebt oder ist Leben; ein *absolut Todtes* existirt nicht. Das Leben der s. g. *unorganischen Gebilde* ist ein nur in einem gewissen Grade *erstarrtes Leben*.

Leben im *wahren Sinne* nennen wir aber, wie früher gesagt, den *immanenten Proceß*, wo das Objektive subjektiv gesetzt wird. Den lebendigen Organismus nennen wir daher *Seele im eigentlichen Sinne*, welche in ihrer Spitze, in dem Menschen, in den *freien oder sichwissenden Geist* übergeht; *physikalsche Seele* ist die Thätigkeit der Materie in der Erscheinung als Licht, Wärme, Elektrizität, Magnetismus; *mechanische Seele* ist die Schwere, die Seele der *ganzen* Materie.

Die Eine Idee oder Grundkraft des Weltalls tritt also hier als Licht, dort als Magnetismus, Elektrizität, dort als *Leben* auf. „Aus *ihrem* Thun" sagt *Bayrhoffer*, „resultirt daher auch der Mensch, als die absolute Subjektivität, zu welcher sich die Idealität durch die Vermittlungen der Natur, also *auch* des Magnetismus, des Elektrismus, des Chemismus, u. s. f. zusammenfaßt und *auszeugt*. Die Idealität ist das an und in sich

Charakter und Leben der Pflanze.

Der Gegenstand der physiologischen Chemie ist die Erforschung der Erscheinungen im lebendigen Organismus im engeren Sinne.

Bedingung zur Erreichung dieses Zweckes ist die Kenntniß und Erkenntniß des Lebens in seinen Erscheinungen.

Das ganze Weltall lebt oder ist Leben; ein absolut Todtes existirt nicht. Das Leben der s. g. unorganischen Gebilde ist ein nur in einem gewissen Grade erstarrtes Leben.

Leben im wahren Sinne nennen wir aber, wie früher gesagt, den immanenten Proceß, wo das Objektive subjektiv gesetzt wird. Den lebendigen Organismus nennen wir daher Seele im eigentlichen Sinne, welche in ihrer Spitze, in dem Menschen, in den freien oder sichwissenden Geist übergeht; physikalsche Seele ist die Thätigkeit der Materie in der Erscheinung als Licht, Wärme, Elektrizität, Magnetismus; mechanische Seele ist die Schwere, die Seele der ganzen Materie.

Die Eine Idee oder Grundkraft des Weltalls tritt also hier als Licht, dort als Magnetismus, Elektrizität, dort als Leben auf. „Aus ihrem Thun" sagt Bayrhoffer, „resultirt daher auch der Mensch, als die absolute Subjektivität, zu welcher sich die Idealität durch die Vermittlungen der Natur, also auch des Magnetismus, des Elektrismus, des Chemismus, u. s. f. zusammenfaßt und auszeugt. Die Idealität ist das an und in sich

seiende Princip, welches als absolute Negativität sich zum thätigen Erscheinen, zu der unmittelbaren Natur entäußert, und durch diese Mitte des Andersseins hin sich selbst begeistet und entzündet, so auf der Spitze der Natur durch deren erregende Vermittlung sich seinem Insichsein und Außersichsein, seiner Unmittelbarkeit entreißt, zur Wirklichkeit und Einzelheit an der materiellen Form sich selbst aufgeht — das Leben als lebendiges Individuum, zuhöchst als Mensch wird." *)

In dem Chemismus erscheint die Seele noch als eine im Proceß ersterbende; die Wahrheit dieses Ersterbens ist die höhere Identität und Idealität der Elemente im Processe, bedingt zunächst durch die Vereinigung dreier oder vier Elemente zu einem chemischen Ganzen. Im Organismus hat somit das aus dem Proceß resultirende Produkt eine höhere Seelenhaftigkeit, daher der Proceß stets von Neuem sich anfacht; denn die Materie ist organisch, sie ist lebendig geworden. Das Leben ist, wie Hegel sagt, ein perennirend gemachter chemischer Proceß.

Zunächst aber erscheint das Leben als unmittelbares, in sich verschlossenes, nicht empfindendes, d. i. als vegetabilisches oder pflanzliches Leben. Das Vegetabil kommt nicht zur Empfindung und willkührlichen Bewegung, sondern es bleibt vielmehr in dem Wachsen und in steter Wiederholung der Gestalt befangen.

Hegel sagt: „Das im Vegetabilischen herrschende Wachsthum ist Vermehrung seiner selbst, als Veränderung der Form: während das animalische Wachsthum nur Veränderung der Größe ist, aber zugleich Eine Gestalt bleibt, weil die Totalität der Glieder in die Subjektivität aufgenommen ist. Das Wachsthum der Pflanze ist Assimiliren des Andern zu sich; aber als

*) Beiträge zur Naturphilosophie. 2. Beitr. S. 14.

Vervielfältigung seiner, ist diese Assimilation auch Außersichkommen. Es ist nicht Zu-sich-kommen als Individuelles, sondern eine Vervielfältigung der Individualität, so daß die Eine Individualität nur die oberflächliche Einheit der vielen ist." *)

Das Vegetabil ist also, da seine Theile für sich bestehende Individuen gegen dasselbe sind, eine Vielheit von Subjekten, und da die Eine Individualität, das Eine Subjekt nur die oberflächliche Einheit der vielen ist, nicht wahrhaftes Subjekt.

Und weiter spricht Hegel: „Weil nun, wie gesagt, bei der Pflanze das subjektive Eins in ihre Qualität und Besonderung selbst hineinfällt, die negative Selbstigkeit der Pflanze sich mithin noch nicht zu sich selbst verhält: so existirt dieses Selbst auch noch nicht als ein schlechthin Unsinnliches, welches eben Seele heißt, sondern ist noch sinnlich, zwar nicht mehr als materielle Menge, aber doch als sinnliche Einheit des Materiellen. Das Sinnliche nun, was für die Einheit bleibt, ist der Raum. Indem die Pflanze so das Sinnliche noch nicht ganz vernichten kann, ist sie noch nicht reine Zeit in sich; darum ist die Pflanze an einem bestimmten Ort und kann ihn nicht vernichten, wiewohl sie sich in demselben entfaltet. Das Thier verhält sich aber als Proceß gegen den Ort, vernichtet ihn, wenn es ihn dann auch wieder setzt. — Die Bewegung der Pflanze wird durch Licht, Wärme und Luft bestimmt." **)

Zu der Ansicht, gewissen Pflanzen eine willkührliche Bewegung beizulegen, haben namentlich die Bewegungen der Blättchen von Hedysarum gyrans Veranlassung gegeben.

Hufeland, welcher genaue Beobachtungen an dieser Pflanze gemacht, unterscheidet eine unwillkührliche und eine will-

*) Vorlesungen über die Naturphilosophie. S 472. Vergl. auch S. 428 f.
**) l. c. pag. 476.

kührliche Bewegung; erstere, welche die großen Endblätter zeigen, soll von dem Lichteinflusse abhängig sein, die andere, die willkührliche Bewegung, welche ohne alle äußeren einwirkenden Ursachen erfolgen soll, findet in den kleinen Seitenblättchen statt.

Die Sonne ist nun freilich das bewegende Princip der Pflanze, diese stirbt, wenn jene völlig zurücktritt; die Pflanze ist, als gespannt zwischen dem Erdcentrum und dem Lichte, mehr von dem Sonnensystem abhängig, als das Thier, welches, als losgerissen von dem Boden und in sich zurückgekehrt, seine eigene Sonne, ich meine das Erregende, selbst in sich trägt.

Aber das Bestehen und Thätigsein des Vegetabils ist nicht allein durch das Sonnenlicht bedingt, wie überhaupt in der Natur Etwas nicht nur der Macht, dem Einflusse Eines Momentes unterliegt. So ist es namentlich auch die Atmosphäre, die Wärme, dann die dynamische Infektion des Bodens, der mineralischen Stoffe, wodurch die Seelenhaftigkeit der Pflanze erhalten und erhöht wird. Das Licht zeigt sich hier nur als ein Vermittelndes.

Also nicht allein dem kosmischen, auch dem tellurischen Einflusse ist das Vegetabil exponirt, nur unter oder durch die Incitation beider Mächte erzeugt und erhält sich das Leben desselben. Da die Pflanze ein zwischen dem Boden und dem Lichte polar Fixirtes ist, so kann ihre Thätigkeit durchaus nicht von diesem allein abhängig sein.

Scheint es nun auch, als zeigten die Seitenblättchen der genannten Pflanze eine willkührliche, eine ohne äußere Einflüsse veranlaßte Bewegung, so werden wir nunmehr, auf die angeführten Verhältnisse und Erörterungen reflektirend, eine andere Ueberzeugung gewinnen, wir werden den wahren Grund der Blattbewegungen finden und erkennen. Die äußeren Einflüsse rufen überhaupt in dem Pflanzenorganismus, je nach der Eigenthümlichkeit desselben, mehr oder weniger deutlich wahrnehmbare Bewe-

gungen hervor. Höchst auffallend aber in Hedysarum gyrans, und zwar zufolge der eigenthümlichen, zarten, Elastizität zeigenden Structur dieser Pflanze. So allein ist die Erscheinung zu fassen, obgleich Schleiden *) sagt, daß von einer Erklärung hier auch nicht im allerentferntesten die Rede sein könne.

Die Mimosa pudica, die s. g. Sinnpflanze, zeigt ebenfalls durch geringe Reize ähnliche Bewegungen.

Bei dem leisen Anfassen eines Mimosen-Blattes zeigt sich noch keine Bewegung, wohl aber bei einem etwas stärkeren Druck, und ist die Compression nicht ganz unbedeutend, so bewegt sich alsbald auch das gegenüber stehende Blatt, ja wohl auch alle folgenden Blättchen.

Erfolgt nun auch diese Fortbewegung, namentlich an kräftigen Individuen, äußerst rasch, ja wohl so schnell als in Thieren, so gibt diese Erscheinung dennoch keinen Grund ab, der Mimose, wie allen übrigen s. g. sensibelen Pflanzen Empfindung beizulegen, wie es Meyen thut. „Ich sah," sagt dieser Pflanzenphysiolog, „an hohen und kräftigen Sinnpflanzen die Zuckungen der Blätter fast augenblicklichst erfolgen, als ich die dazu gehörigen Holzbündel, nahe der Wurzel und 20 Zoll von jenen Blättern entfernt, mit einem scharfen Rasirmesser einschnitt. Ich habe mehrere Personen gesehen, welche solchen Versuchen beiwohnten und dabei heftig aufgeregt wurden; denn bei den dabei eintretenden Erscheinungen liegt die Annahme zu nahe, daß die Sinnpflanze empfinde, wenn gleich es sich nicht erweisen läßt, daß ihr Bewußtsein zukommt." **)

Was aber zuerst die Empfindung betrifft, so kommt diese erst in dem Thier, in der wirklichen Individualität, zur Existenz, begründet zunächst in der von der Pflanzen-Individualität unter-

*) Grundzüge der wissenschaftl. Botanik. Th. II. S. 549.

**) Neues System der Pflanzen-Physiologie. Bd. III. S. 574.

ſchiedenen, und zwar höheren Organiſation; die Triplicität der Elemente iſt aufgehoben in die Quadruplicität. Und in dieſer von der Pflanze verſchiedenen Conſtitution iſt der Grund geſetzt, daß der Reiz in dem Thier zum Selbſtgefühl kommt; es fühlt oder empfindet der thieriſche Geiſt Hunger und Durſt, er wendet ſich aus innerem Triebe dem Objekt, dem Nahrungsſtoff zu, ergreift dieſen und ſetzt ihn in ſich. So die niederen und ſo die höheren Thiere. Wir ſehen, daß, wenn es dem Thier an Nahrung gebricht, daſſelbe die auffallendſten Bewegungen macht, während die Pflanze ſelbſt durch äußere einwirkende Momente, wenn dieſe nicht energiſch genug ſind, keine Bewegungen wahrnehmen laſſen, wie z. B. die ſ. g. ſenſibelen Gewächſe bei zu niedriger Temperatur. Fehlt bei der Pflanze der äußere Reiz, ſo zeigt ſie durchaus keine Bewegung. „Daß die Pflanze kein Gefühl hat," ſagt Hegel, „liegt wieder darin, daß das ſubjektive Eins in ihre Dualität, Beſonderung ſelbſt hineinfällt: das Inſichſein noch nicht als Nervenſyſtem ſelbſtſtändig gegen das Aeußere iſt, wie beim Thiere. Erſt was Empfindung in ſich hat, kann ſich ſelbſt als Anderes ertragen: kann es mit der Härte der Individualität aufnehmen, und ſich in den Kampf mit anderen Individualitäten wagen. Die Pflanze iſt die unmittelbare organiſche Individualität, worin die Gattung das Uebergewicht hat, und die Reflexion nicht individuell iſt, das Individuelle nicht als ſolches in ſich zurückgeht, ſondern ein Anderes iſt, alſo kein Selbſtgefühl hat. Die Empfindlichkeit gewiſſer Pflanzen gehört nicht hierher, und iſt nur mechaniſche Elaſtizität, wie beim Pflanzenſchlaf das Verhältniß zum Lichte wirkſam iſt." *).

Dem pflanzlichen Organismus kommt alſo keine Empfindung, und noch viel weniger Bewußtſein zu. Denn Bewußt-

*) l. c. pag. 480.

ſein haben ſelbſt die thieriſchen Weſen nicht, nämlich Bewußtſein im wahren Sinne des Worts, d. i. Wiſſen des Seins. Bewußtſein iſt die unmittelbare Gewißheit eines Objektes, oder das Verhalten der Seele zum Objekt. Das Thier iſt aber noch ganz aufgelöſt in die Natur, es weiß ſich nicht als ein Selbſt oder Ich dem Objekt gegenüber, d. h. es unterſcheidet ſich nicht von demſelben. Alle Verrichtungen vollführt das Thier, da es noch in der Natur befangen, traumartig. Setzen wir dem Thier irgend Etwas, etwa einen Stock, gegenüber, ſo erſcheint dieſes Objekt ihm nur als eine Macht gegenüber, ohne daß es ſich ſelbſt von dem Gegenſtande unterſcheidet. Nur der Menſch kann ſagen: Ich! Nur er kann denken, eben weil in ihm die Idee oder Vernunft frei geworden.

Durch das Denken unterſcheidet ſich der Menſch von dem Thier, und das Thier durch das Selbſtgefühl, durch die Empfindung, von der Pflanze.

Zur Empfindung iſt durchaus kein Bewußtſein erforderlich.

Das Thier hat zu ſeinen ideellen Begriffsmomenten: Senſibilität, Irritabilität und Reproduktion, und dieſe Momente ſind realiſirt zu dem Cerebro-Spinalſyſtem, dem Blutſyſtem und dem Aſſimilationsſyſtem, d. i. zu Kopf, Bruſt und Unterleib.

Das Vegetabil hat zu ſeinen ideellen Begriffsmomenten: die abſtrakte Einheit oder das Inſichſein, welches ſich beſondert und reproducirt. Realiſirt ſind dieſe Momente zu dem Spiralgefäßſyſtem, Saftgefäßſyſtem und Zellenſyſtem. Letzteres iſt, als Reproduktion der Zelle aus Zelle, die vegetative Grundlage.

Treten nun auch dieſe Momente in der Thier- und Pflanzenreihe bald mehr, bald weniger vollkommen realiſirt auf, ſo haben wir doch die ideellen Begriffsmomente.

Also weder Empfindung, noch Irritabilität kommt der Pflanze zu. Es zeigt zwar dieselbe einen gewissen Grad von Irritabilität, welche aber nicht durch die Sensibilität vermittelt ist; es zeigt die Pflanze, können wir sagen, unmittelbare Irritabilität.

Die Pflanzenseele ist somit eine empfindungslose, d. i. eine sich nicht selbst findende Seele; sie ist nur ein plastisches Außersichkommen, eine Seele ohne willkührliche Bewegung, eine Seele, welche Reizbarkeit besitzt, die aber nicht durch die Sensibilität vermittelt ist. Wir können sagen: die Pflanze ist blos die Gestalt des Lebens, während das Thier Leben in Wahrheit, oder wahrhafte Lebendigkeit ist.

Ueberflüssig dürfte es nun sein, noch zu bemerken, daß die Bewegungen der Geschlechtsorgane, welche die Pflanzen bei der Befruchtung zeigen, nicht von der Art sind, wie die Botaniker glauben, und daß es höchst thöricht ist, Pflanzen ein Reflexionsvermögen, ja eine Art von Willen beizulegen, welcher Wille die Aeußerung eines psychischen Princips sei.*) Wir können in dieser Beziehung nur mit Hegel sagen: „Bewegung der Pistille und Antheren gegen einander, Oscillationen der Conferven u. s. w. sind nur als einfaches Wachsthum zu fassen, ohne zufällige Determination des Orts.“ **)

Bemerkt wird noch, daß gewisse Botaniker die Seele der Pflanze als ein neben den Pflanzenorganen Liegendes, als ein von diesen Verschiedenes betrachten. Solche Botaniker nennt man dann heutigen Tags noch geistreich! So sagt Meyen: „Einer

*) Meyen, l. c. pag. 576. Vergl. auch S. 562—569, wo die Bewegungen der niederen Gewächse und die Ansichten darüber genau angegeben.

**) l. c. pag. 476.

der geistreichsten Botaniker unserer Zeit, Herr von Martius hat kürzlich die Annahme einer Pflanzenseele zu erweisen gesucht, eine Ansicht, welche freilich bei der größten Menge der Botaniker noch keinen Eingang findet." *) Die Seele der Pflanze soll viel einfacher sein, als die der Thiere, sie soll eine dunkle, unklare Natur an sich tragen.

Möchte der Weltgeist alle Kleingläubigen vor der Annahme dieser Ansicht, welche eine Nebulosität und Absurdität im höchsten Grade ist, bewahren! Möchten doch unsere ausgezeichnetsten Naturforscher der Gegenwart sich nicht mehr der Ansicht oder dem Glauben hingeben, daß auch das psychische Princip in den niederen, abstrakten thierischen Wesen, wie etwa den Polypen, über einen großen Theil der Materie derselben ausgebreitet und mit dieser zugleich theilbar sei! Möchten endlich einmal die Naturforscher die Ueberzeugung gewinnen, daß der Geist kein der Natur Entgegengesetztes oder Aeußerliches, sondern die Natur selbst Seele, d. h. die Idee in der Form des Anders- oder Außersichseins sei. **)

---

*) l. c. pag. 577.

**) Die Ansicht, daß die Materie dem Geiste gegenüberstehe, datirt in der Philosophie seit Cartesius. Die antike Philosophie stand noch in der unmittelbaren Einheit der Natur und des Geistes. Die jonischen Physiker nahmen ein seelenhaftiges, physikalisches Element als allgemeines Princip an, durch dessen Verdichtung und Verdünnung die Welt in ihrer Mannigfaltigkeit hervorging. Wenn das Wasser sich verdichtet, so resultiren die mineralischen Stoffe, im Gegentheil die luftigen. Von chemischen Elementen hatten sie noch keine Ahnung. Ueberhaupt herrschte im Alterthum noch eine ganz kindliche Anschauung; man glaubte, die Sterne seien nicht weit, die Erde stehe still, aber der Himmel bewege sich u. s. w. Die Pythagoräer nannten die Welt eine große, arithmetisch-geometrische Harmonie; die Zahlen, Punkte, Figuren ꝛc. waren zugleich der Stoff der Dinge, und außerdem existirte

Jeder Körper ist selbst Seele, und zwar jeder lebendige Organismus Seele im wahren Sinne. Das Vegetabil, das Thier, wie der höchst entwickelte Organismus, haben also keine Seele, sondern sind Seele. Diese wohnt oder steckt nicht in der Körper-

---

keine Kraft. Die Eleaten, welche sich schon mehr zum Denken erhoben, sagten: Alles ist Eins, d. h. das Sein ist Eins und ganz unveränderlich; Vielheit, Entstehen und Vergehen ist nur Schein. Heraklit zeigte aber, daß die Natur das ewige Werden sei, d. h. die Einheit des Seins und Nichtseins. Die Atomisten zersplitterten wieder Alles in Atome und den leeren Raum (die Annahme von leeren Räumen in der Natur ist, wie wir später hören werden, eine wahre Thorheit; indessen sucht ein Herr v. Drieberg durch eine Schrift: „Beweisführung, daß die Lehre der neueren Physiker vom Drucke des Wassers und der Luft falsch ist, Berlin 1843." sogar den horror vacui wieder an die Tagesordnung zu bringen. Die Atomenlehre selbst sucht Liebig zu verbreiten). Sokrates, welcher viel tiefer ging, setzte den Geist als das Princip der Natur, und Platon und Aristoteles führen dieses Princip weiter aus, wovon wir früher gesprochen. Bei den Stoikern ist θεός und ὕλη unterschieden, aber ebenso unmittelbar in Einheit gesetzt; sie setzten die göttliche Weltseele in Einheit mit dem Leiblichen, sie faßten die Welt als ein logisches System der erscheinenden Weltseele, des Gottes, welcher Gott sich abwechselnd in seine abstrakte Allgemeinheit zurückfasse, und wieder zur Mannigfaltigkeit des Seienden sich auseinanderlege. Die Neuplatoniker endlich, in welcher sich die antike Philosophie abschließt, fassen die Natur als eine Entäußerung des Geistes.

Durch das Christenthum tritt jetzt aber der Bruch des Geistes ein. Eine freie und organische Philosophie erscheint erst wieder mit Cartesius; allein Natur und Geist sind noch einander entgegengesetzt. Dieser Dualismus wurde von zwei Seiten her aufgehoben: die französischen Materialisten faßten die Natur als ein großes Ganzes von materieller Bewegung, Anziehung und Abstoßung, und ließen den

lichkeit (eben so wenig als die Wärme, die Elektrizität u. s. w. als selbstständige Dinge in der Materie stecken), sondern sie ist der ideelle Proceß der Körperlichkeit, und indem sie diese Bewegung ist, ist sie eben Seele.

Geist als eine Blüthe der Natur aus ihr hervorgehen. Carteſius hingegen sagte, das Wesen der Natur sei die Ausdehnung und somit Theilbarkeit, das Wesen des Geistes aber sei die Einfachheit, das einfache untheilbare Denken. Aber Carteſius löſ'te diesen Dualismus selbst, indem er den unendlichen Geist, welcher als reines Denken der Schöpfer der Natur sei, voraussetzt. Spinoza faßte den Dualismus in eine Einheit zusammen; nach ihm ist die Substanz durch und durch Ausdehnung, und durch und durch Denken. Leibnitz aber zerwarf die Substanz Spinoza's, faßte die Grundprincipien oder Grundwesen als ideelle Monaden, und die Natur als ein System von träumenden und schlafenden Monaden. Alle endliche Wesen sind Aggregate von Monaden mit einer herrschenden Centralmonade. Die Monaden sind an sich raumlos und ohne Einwirkung auf andere, nur von der Urmonas in Harmonie gesetzte sich in sich bewegende Kräfte. (Von diesem Standpunkte aus hat in der neueren Zeit Herbart seine Philosophie entwickelt.) Kant, mit welchem nun eine wahre Vertiefung des Denkens beginnt, construirte die Materie aus einer Anziehungs- und Abstoßungskraft, und warf hierdurch auch die Atomistik in der Naturwissenschaft über den Haufen. (Nach diesem dynamischen System besteht also die Materie nicht aus Atomen, sondern aus zwei einander entgegengesetzten Kräften, welche beide ohne weiteres vorausgesetzt werden. Aber auch diese Theorie ist noch nicht die wahre, sie ist nichtig in sich; denn wer bringt diese Kräfte zusammen? Es mußte eine dritte einigende Kraft, und dann auch eine vierte, fünfte, sechste u. s. f. gesetzt werden. Und was sind diese Kräfte? —) Die Materie erscheint ihm als ein subjektives Phänomen unserer Anschauung, während man das ihr zu Grunde liegende Ding an sich nicht kenne. Ganz subjektiv wird dann der Idealismus in Fichte. Die Natur wird zu einem

Mit unserem Schleiden — welcher gegenwärtig noch auf dem Standpunkte Kant's stehet — können wir also durchaus nicht sagen, und er selbst wird künftig nicht mehr die Worte erschallen lassen, daß das allein freie Geistige, wie es aus einer durchaus verschiedenen Erkenntnißquelle entspringt, ewig der wissenschaftlichen Naturerkenntniß ein Fremdes und damit Unvereinbares bleibe, und daß wir im Menschen, in dem höchst entwickelten Organismus, beständig an einen geheimnißvollen und ewig Geheimniß bleibenden Parallelismus des Geistigen mit dem Körperlichen erinnert werden. *)

Und es werden denn nun auch unsere Herrn Physiologen nicht mehr von einem Ausgebreitetsein des psychischen Princips über einen großen Theil der Materie reden, wie es in den Polypen der Fall sein soll. Daß ich einen Polypen umstülpen, das Innere zum Aeußeren, das Aeußere zum Innern machen, ja daß ich den-

---

System bewußtloser Vorstellungen im Ich, welches dieselben nach Außen projicirt, und so eine objektive, an sich seiende Natur zu schauen glaubt. Dieser subjektive Idealismus hob sich dann, sich entäußernd, in den absoluten Idealismus auf, d. i. zur Einheit des Subjektiven und Objektiven, des Denkens und Seins. Dies geschah zunächst in Schelling, und weiterhin in Hegel, in welchem letzteren sich die Philosophie abschloß. Daß die Philosophie in einer Vielheit von Systemen aufgetreten, obgleich doch die Wahrheit nur Eine ist, hat seinen Grund darin, daß die Vernunft, d. h. die freie, sich wissende Vernunft, ebenso wie die Vernunft als Natur, eine Entwickelung in sich darstellt, also in allen ihren Stufen stets dasselbe, aber immer ein neues und erst am Ende ihrer Entwickelung die absolute Wahrheit ist. Diese ist nun die Philosophie Hegel's. Von dieser, und nur von dieser müssen wir bei unsern Naturforschungen ausgehen.

*) Herr Dr. Justus Liebig in Gießen und die Pflanzenphysiologie. S. 5 und 6.

ſelben in Stücke zerſchneiden kann u. ſ. w., iſt allein darin begründet, weil die Polypen ſich nicht wie die höheren Thiere differenzirt haben; jeder Theil eines Polypes iſt das Ganze, und daher bleibt das Thier immer daſſelbe, wenn es auch zerſtückelt wird. In den höheren Thieren aber iſt jeder Theil eine Beſtimmtheit des Ganzen geworden, und daher würde man, wenn man einen weſentlichen Theil hinwegnähme, das Ganze hinwegnehmen. —

Die Seele des lebendigen Organismus (wir wiſſen jetzt, was dies heißt) iſt es nun, wodurch im Thier die Bewegung des Herzens, des Blutes, in der Pflanze die Saftbewegung bedingt iſt; alle dieſe Bewegungen werden vermittelt durch den Einfluß, durch die dynamiſche Inſektion der verſchiedenen Organe auf einander; denn ſämmtliche Organe des Organismus ſetzen ſich continuirlich in Spannung, in polare Verhältniſſe.

Die Urſache, welche die Bewegung des Saftes in der Pflanze veranlaßt, iſt den meiſten unſerer Phyſiologen noch unbekannt; es herrſchen darüber die verſchiedenſten Anſichten.

Nach einigen Naturforſchern ſoll die Aufnahme und Fortbewegung des Saftes durch die Verdunſtung des Waſſers aus der Pflanze veranlaßt werden; nach anderen ſoll ſie durch reine Haarröhrchen-Anziehung, und nach anderen wieder durch Endosmoſe und Exosmoſe (von ὠσμός, ἔνδον und ἔξ) vermittelt werden.

Meyen fühlte aber, daß letztere Anſicht nicht die vollkommen richtige ſei, obgleich er ſelbſt den wahren Grund nicht aufzufinden vermochte, und ſagt: „Die Theorie von der Endosmoſe und Exosmoſe kann die Bewegung des Nahrungsſaftes mit den darin gelöſten Stoffen nicht allein erklären; denn die periodiſchen Erſcheinungen, welche hierbei zu beobachten ſind, können nur dem geheimnißvollen Wirken des Lebens der Pflanze zugeſchrieben werden.“ *)

*) l. c. Bd. II. pag. 91.

Andere Naturforscher, und auch diese haben zum Theil Recht, legen den Gefäßen und Zellen eine gewisse Contractilität bei, wodurch (ähnlich wie durch die peristaltische Bewegung der Eingeweide) die Bewegung des Saftes, der Nahrungsflüssigkeit hervorgerufen werde. Die Contractilität ist nun aber, sage ich, wieder ein blos Vermittelndes.

Die Wurzelspitze setzt sich zunächst mit dem unmittelbar berührenden Unorganischen in Polarität, in Spannung, und in Folge dieses Spannungs-Verhältnisses wird das Unorganische in den Organismus gesetzt. In diesem angelangt, tritt es sofort mit dem schon mehr Assimilirten in Polarität, es findet hierauf eine völlige Durchdringung und somit eine weitere Fortbewegung statt. Vermittelt wird aber die Fortbewegung des Nahrungssaftes durch die Contractilität der Elementarorgane.

Hegel sagt gut, wiewohl kurz: „Haarröhrchen, und ihr Gesetz, die Capillar-Action, paßt nicht auf die Pflanze; die Pflanze will Wasser, hat Durst, und so saugt sie." *)

Die Contractilität selbst wird bedingt durch die Heterogenität, und sei diese auch noch so gering, des Gefäß- und Zellensystems; durch die gegenseitige Wirkung der Organe aufeinander, wird die Thätigkeit hervorgerufen, wird die Seele frei.

Vermögen wir auch die Contractilität durch unsere Instrumente, die Mikroscope, dem Auge nicht anschaulich zu machen, sie ist vorhanden und es kann und darf diese Ansicht nicht verworfen werden. Denn keine Thätigkeit ohne Bewegung!

Die Contractilität der Zellen ist also allerdings den diastolischen und systalischen Bewegungen des Herzens analog, ist auch die Systole und Diastole in dem Pflanzenkörper schwierig zu beobachten.

---

*) l. c. pag. 516.

Je größer die Seelenhaftigkeit der Pflanze, desto bedeutender und schneller ist das Saftsteigen. Im Frühjahre, wo der Baum z. B. durch kosmische und tellurische Incitation aus seinem Schlafe zum neuen Lebensproceſſe erweckt wird, dann gerade steigt die größte Menge von Nahrungsflüſſigkeit in dem Holzkörper empor. Die Urſache dieſer Erſcheinung aber lediglich in den Wurzelſpitzen zu ſuchen, nämlich dieſen das Vermögen zuſchreiben, die Aufnahme des Nahrungsſaftes ganz nach dem Bedürfniſſe der Pflanze einzurichten, das iſt eine Anſicht, der ich, weil ſie zu einſeitig, nicht beiſtimmen kann. Die Urſache iſt vielmehr die angegebene. Iſt die Knospe oder die Spitze des Vegetabils — der Lichtpol — in gewiſſer innerer Thätigkeit, ſo auch, indem dieſe Thätigkeit ſich nothwendig nach dem entgegengeſetzten Ende — dem Bodenpol — fortpflanzt, die Wurzel. Der Licht- und Bodenpol ſtehen, gerade wie im Magneten die beiden Pole, im Verhältniß zu einander.

Mit Recht ſagt Nees von Eſenbeck: „Die Pflanze iſt der lebendige, ſeine Pole vom Indifferenzpunkt aus real ſetzende und beſtimmende (benennende) Magnet. Es iſt aber das Vegetabil am Boden polar gefeſſelt, folglich nur nach der entgegengeſetzten Polarität frei. Sollen aber beide Pole real (wachſend) ſein, ſo muß der Bodenpol in den Boden wachſen. Dieſes trennt die wachſende Achſe in ihre beiden Hälften, Wurzel und Stengel. Die Totalität beider aber iſt Wurzel und Stengel in Indifferenz, als Mittelſtock.“ *)

Die nächſte Frage, welche nun in uns entſteht, iſt die: Wie kommt es, daß die Nahrungsflüſſigkeit von Zelle zu Zelle hinüberwandert, da doch die Zellenmembran ohne alle Oeffnungen iſt? Wie iſt dieſe Erſcheinung zu faſſen?

---

*) Das Syſtem der ſpeculativen Philoſophie. Bd. I. S. 261.

Wie sehr man auch bemüht war, Poren für den Durchgang der Flüssigkeit aufzusuchen, ja selbst die s. g. Tüpfel dafür haltend, so ging doch aus den genauesten Beobachtungen mittelst unserer schärfsten Mikroscope hervor, daß die Membran ohne alle Oeffnungen sei. Nun, wir haben hierzu auch durchaus keine Poren nöthig. Und wer sie für nothwendig hält, den frage ich: Wie tritt eine Gasart in eine andere, so daß alsdann beide an einer und derselben Stelle sind? Und kriecht etwa das Salz, welches sich in dem Wasser auflöst, in die Poren dieses Körpers, oder das Wasser in die Poren des Salzes? — Unsere Herrn Physiker nehmen dieses leider! an. Aber ich behaupte, daß die Materie — also sowohl in fester, flüssiger, als luftförmiger Gestalt — einfache Continuität sei. *)

*) Vergl. meine Grundzüge einer specul. Einl. zur Chemie. S. 23. Die Materie ist Eine Continuität, und nicht ein Zusammen von sich nicht unmittelbar berührenden Atomen. Wenn Wasser z. B. gasförmig wird, so erfüllt es dennoch den ganzen Raum, bildet auch jetzt noch eine Continuität. Das Ganze gehet aus sich heraus, und durch Druck oder Abkühlung in sich zusammen. Eine Annahme von Poren (ausgenommen die zufällig entstandenen, dann die durch Stellung der Kryställchen in gewissen Körpern hervorgegangenen u. s. w.) ist eine Fiction des Verstandes und nichtig in sich. Zu behaupten, daß das Metall zufolge seiner Poren zusammendrückbar sei, ist also falsch. Wenn daher die Physiker sagen, daß die Materie nur zusammendrückbar sei, insofern sie Zwischenräume habe, daß die Materie für sich nicht compressibel sei, weil sie den Raum, den sie wirklich erfüllt, nicht noch genauer erfüllen könne, so mache ich sie nur auf die Compressibilität unserer Luft aufmerksam. Diese ist compressibel, sie kann den Raum, den sie erfüllt, noch genauer erfüllen, und es wird doch wahrlich Niemand annehmen, daß sie leere Räume in sich enthalte. Denn warum sollte sie diese leeren Räume nicht erfüllen? Besitzt etwa der leere Raum, also das Nichts, eine abstoßende Kraft? Und wer hat die leeren Zwischenräume, wer hat überhaupt die Poren gesehen?

Aehnlich wie das Waſſer die Kalkerde durchdringt, mit dieſer einen und denſelben Raum einnimmt, ohne die Eigenthümlichkeit der Erdart, außer der Cohäſionsveränderung, aufzuheben, ſo auch durchdringt die Nahrungsflüſſigkeit des Vegetabils die Zellenmembran, ohne ein Vorhandenſein von Poren; die Membran wird, wegen ihrem geringen Einheitsſtreben zu Waſſer, den Salzen, in ihrer Cohäſion nur höchſt unbedeutend modificirt.

Es iſt alſo auch durchaus nicht nöthig, daß die Nahrungsflüſſigkeit ſich in höchſt fein zertheiltem Zuſtande zu befinden braucht, wie Kürſchner meint und ſagt: „Wir können die Wandungen der Pflanzenzellen nicht als porös unter den größten Vergrößerungen des Mikroscops wahrnehmen; es müſſen daher die Flüſſigkeiten, welche hindurchgehen, in ſo fein vertheiltem Zuſtande hindurchgehen, wie wir ſie nie auf andere Weiſe mit einander in Berührung bringen können. Wenn irgendwo Atom mit Atom in Berührung gebracht werden kann, ſo iſt es hier (sic!). Daſſelbe muß im Thierkörper ſtattfinden.“ *)

Durch die Polaritäts-Verhältniſſe, oder durch die hierdurch geſetzte dynamiſche Infektion der Organe aufeinander, tritt dann das in die Membran übergeſetzte Flüſſige wieder hervor, es geht über in die nächſte Zelle u. ſ. f. Das Flüſſige hat ſich alſo in der That mit der Membran identiſch geſetzt, ebenſo wie die Säure und Baſe im Salz, wie die Gasart, der Sauerſtoff z. B., mit dem Waſſer, von welchem er aufgenommon wurde, u. ſ. w. Nach unſeren Herren Chemikern ſollen leider! die Gaſe in dem Waſſer nicht aufgelöſt, ſondern nur abſorbirt worden ſein (sic!).

Das von den Wurzeln aufgenommene Flüſſige wird nun in dem Pflanzenkörper immer mehr aſſimilirt und zur Eigenthümlichkeit der Pflanze verarbeitet. Dieſes iſt nun der Gegenſtand unſerer Betrachtung.

*) Grundriß der allgemeinen Phyſiologie. S. 147.

Assimilations- und Verwandlungsprocesse der Pflanze.

Die Organe der Assimilation und der Umwandlung sind das Gefäß- und Zellensystem. Je nach der Eigenthümlichkeit, der Verschiedenheit der Formen der Organe stehen dieselben nothwendig verschiedenen Funktionen vor. So finden denn die wahren Metamorphosen ausschließlich in den Merenchym- und Parenchymzellen statt, während die Funktion der Prosenchym- und Pleurenchymzellen eine andere ist: sie führen die aufgenommene, und durch sie zum Theil organisch gemachte Nahrungsflüssigkeit in das Innere jener Zellen; in ihnen gehen niemals derartige Bildungen, resp. chemische Metamorphosen, vor sich, wie in den Zellen des Merenchyms und Parenchyms.

Die Fortleitung des Saftes geschiehet am schnellsten in den Spiralröhren, minder schnell in den Prosenchym- und Pleurenchymzellen. *)

*) Die Pleurenchym- oder Faserzellen (Baströhren) zeichnen sich von den übrigen Zellen meist durch ihre Länge aus. In Folge dieser Länge, wie der Feinheit und Stärke erleiden diese Zellen verschiedene Anwendungen, indem sie von den übrigen Zellen der Pflanze durch Fäulniß befreit werden. So der Flachs, Hanf u. s. w. Die Prosenchymzellen stehen zwischen den Parenchym- und Pleurenchymzellen, wie den Spiralgefäßen. Aus diesem prosenchymatischen Zellengewebe, nebst den aus Parenchym gebildeten Markstrahlen, besteht der Holzkörper der Coniferen und Cycadeen, während in anderen vegetabilischen Gebilden das Holz aus verschiedenem Zellengewebe zusammengesetzt ist. Das Merenchym besteht aus sphärischen Zellen, und bei dem Parenchym unterscheidet man sternförmiges, cylindrisches, würf-

Der immer tiefer in den Pflanzenkörper dringende s. g. rohe Nahrungssaft wird immer concentrirter, plastischer oder bildsamer, er verwandelt sich in den s. g. Bildungssaft, in das Cambium.

So z. B. der Saft, welcher in den Blättern u. s. w. zum Theil verbraucht durch die Rinde von Oben nach Unten strömt und zur Bildung des neuen Holzringes verwendet wird.

Betrachten wir nun die Verwandlungen selbst.

1) Entstehung des Pflanzenschleims.

Der Schleim, $= C_6 H_{10} O_5$, ist das Princip aller vegetabilischen Gebilde; in ihm ist der Grund der Pflanze gesetzt. Indem seine Existenz aufgehoben oder mobificirt wird, treten die unterschiedensten Verbindungen in die Erscheinung. Der Grund des Schleims selbst sind die Kohlensäure und das Wasser.

Wie die Kohlensäure und das Wasser in die Pflanze treten, werden sie durch die Macht der Lebendigkeit, d. i. durch die Lebendigkeit des Organismus inficirt, in innere Thätigkeit gesetzt, und es erfolgt mit der Wasserzersetzung eine Zerlegung der Kohlensäure. *)

Also beide Verbindungen, sowohl das Wasser als die Kohlensäure, lösen sich in ihre Elemente auf; aber nach diesem Aufgelöstsein tritt alsbald wieder eine gewisse chemische Einigung ein, denn die Bestandtheile des Wassers haben ein Streben sich wieder

---

lichtes, prismatisches, dodekaëdrisches Parenchym u. s. w. Die Spiralröhren erscheinen als cylindrische oder prismatische Röhren, in welchen man ein spiralförmiges Gewundensein erkennt; diese Röhren sind außerdem von einem zarten Häutchen umschlossen.

*) Schleiden stellet noch in Zweifel, wodurch eigentlich die Zersetzung bewirkt werde. Vgl. dessen Grundz. d. wissenschaftl. Botanik. S. 245 ff.

zu identificiren, nehmen jedoch als drittes Element den Kohlenstoff der Kohlensäure in sich auf, so daß das Produkt des Processes eine ternäre Verbindung, — Pflanzenschleim ist.

Der vegetabilische Schleim ist also aus der unmittelbaren Vereinigung dreier Elemente hervorgegangen, und ist daher etwa nicht als ein Sein aus Kohle und Wasser, als Kohlenstoffhydrat u. dgl. mehr, zu betrachten.

Der Sauerstoff der Kohlensäure wird bei dem Schleimbildungsproceß sämmtlich entlassen, in Freiheit gesetzt; denn nur der Sauerstoff des Wassers ist's, welcher, sich zunächst wieder mit dem Wasserstoff in Polarität setzend, mit diesem und dem Kohlenstoff der Säure den Pflanzenschleim erzeugt. Und werfen wir einen Blick auf die organischen Processe im Allgemeinen, so werden wir erkennen, daß es in der That die Elemente des Wassers sind, welche mit dem dritten Element, dem Kohlenstoff, die organische Verbindung constituiren.

$$6\,CO_2 + 5\,H_2O = C_6H_{10}O_5 + O_{12}.$$

Der Proceß des Vegetabils wird theils durch die Wurzel, theils durch das Blatt eingeleitet, und nicht ausschließlich durch jenes, oder dieses Organ; denn im Pflanzenleben steht jedes Glied nicht so besonderen Funktionen vor, als im höheren thierischen Leben, jedes Glied versiehet die Funktion des Ganzen, und kann sich, wie es auch in der niederen Thierwelt der Fall ist, zu einem Ganzen daraus entfalten.

Die Wurzeln sind jedoch die Organe, welche dieser Funktion in höherem Grade und Maaße vorstehen, und es ist die Aufnahme der Kohlensäure und des Wassers (nebst anderen Verbindungen) nur eine Funktion der Spitzen und der denselben zunächst liegenden Theile der Wurzel.

Die Blätter setzen das Dunst- oder Gasförmige zunächst durch ihre Spaltöffnungen in sich; von hieraus tritt dasselbe

in die Intercellulargänge, dann in das Gefäß- und Zellensystem. Wie es in die Spiralröhren, Prosenchym- und Pleurenchymzellen eingetreten, findet alsbald bei gehöriger Lebendigkeit eine Zersetzung und Umwandlung des kohlensauren Wassers in Vegetabilität, — hier in Schleim, statt.

Der von Außen in die Intercellulargänge gedrungene Sauerstoff ist es, welcher, und zwar namentlich bei Abwesenheit des Lichts, von den in den Zellen sich zersetzenden Verbindungen aufgenommen, und hauptsächlich zur Kohlensäurebildung verbraucht wird. In diese Gänge oder Räume wird die erzeugte Kohlensäure ausgehaucht. Durch die Intercellulargänge und Spaltöffnungen wird auch die Transpiration des Wassers vermittelt. Das Nähere später.

Die Kohlensäure, aus welcher die Pflanze allein den Kohlenstoff beziehet, ist überall in hinreichender Menge vorhanden; stets enthält der Boden, in welchem die Pflanze vegetirt, Kohlensäurehaltiges Wasser, denn alle vegetabilischen Materien erzeugen bei ihrer Verwesung, bei ihrer Verwandlung in Humus, mit dem Sauerstoff der Atmosphäre Kohlensäure.

Die verwesende Holzfaser, das Lignin, ist also eine Hauptquelle von Kohlensäure; diese wird von dem den Boden durchströmenden Wasser aufgenommen und in die Gewächse geführt. Keine Quelle, kein Brunnenwasser ist frei von Kohlensäure. Die Säuerlinge, diese Mineralquellen, verdanken dieser Kohlensäureerzeugung allein ihre Entstehung. Fortwährend findet selbst in der Tiefe der Erde, in den Kohlenlagern eine Zersetzung der vorweltlichen Vegetation unter Entwickelung von Kohlensäure statt. Das Wasser, welches mit der Säure in Konflikt kommt, absorbirt sie, schwängert sich mit derselben, und kommt als Säuerling zu Tage.

Aber der Verwesungsproceß der Holzfaser ist nicht die einzige Kohlensäurequelle; die Pflanzen schöpfen auch ein gewisses Quan-

tum von Kohlensäure aus der Atmosphäre, in welche sie von den Menschen, Thieren, wie von den Pflanzen selbst exhalirt wird, sie entsteht also durch Athmungs-, wie durch andere Verbrennungsprocesse. Daher ist auch das Regenwasser nie frei von Kohlensäure; mit jedem Regenguß, mit jeder Condensation des Wasserdampfes wird der Erde eine gewisse Quantität Kohlensäure zugeführt.

Aber auch nicht ausschließlich die in der atmosphärischen Luft enthaltene, und die in dem Boden durch langsame Verbrennung (Verwesung) entstandene Kohlensäure absorbiren und assimiliren die Vegetabilien, sondern auch die durch Zersetzung unorganischer Verbindungen freiwerdende Kohlensäure, namentlich die der Kalkgebirge. Denn das die Spalten und Klüfte der Felsarten durchströmende Kohlensäure-haltige Wasser löst die einfach kohlensauren Salze auf, es bilden sich lösliche zweifache oder saure. Diese, in den Pflanzenkörper eingetreten, werden alsbald durch die Kraft der Lebendigkeit in Säure und Base zersetzt; letztere schlägt mit organischen Säuren, meistens aber mit gewissen s. g. indifferenten Stoffen zusammen, während die Säure nebst dem Wasser eine Umwandlung in vegetabilischen Schleim erfahren.

Es muß aber, wie erwähnt, sowohl das Wasser, als die Kohlensäure, wenn daraus ein organischer Körper entspringen soll, in die sie constituirenden Elemente zerfallen. Und es ist daher eine verkehrte Vorstellung, anzunehmen, die Holzfaser bestehe aus Kohlenstoff und den Elementen des Wassers (nämlich nach dem Gesetz der Binarität), oder wohl gar aus Kohlensäure plus einer gewissen Quantität Wasserstoff, worüber Liebig noch nicht im Klaren ist. Es findet dieser Chemiker nämlich (l. c. p. 60) die Wasserzersetzung viel wahrscheinlicher, als die Zersetzung der Kohlensäure, denn sagt derselbe: „Die Pflanze zerlegt unter denselben Bedingungen bei Gegenwart von Kohlensäure das Wasser, sein

Wasserstoff wird mit der Kohlensäure assimilirt, während sein Sauerstoff abgeschieden wird." *) Und an einer anderen Stelle (p. 18) heißt es: „Es ist demnach gewiß, daß die Pflanzen, indem sie den Kohlenstoff der Kohlensäure sich aneignen, die Fähigkeit besitzen müssen, die Kohlensäure zu zerlegen" und ebenso hält er auch später (p. 121) die Kohlensäurezersetzung für gewiß. Welche Consequenz!

Höchst verkehrt ist dann auch die Vorstellungsweise Liebig's, daß nur in gewissen Fällen sowohl das Wasser, als auch die Kohlensäure zerlegt werde, wie bei der Bildung der sauerstofffreien Oele, des Kautschuks u. s. w. (p. 62), welche irrige Ansicht Herr Prof. Winkelblech sogar den übrigen Chemikern, wie den Physiologen aufzubürden bemüht ist. **)

Die Bildung der genannten Substanzen geschieht, wie später gezeigt werden soll, auf eine ganz andere Weise.

Die Zersetzung und Assimilation der Kohlensäure und des Wassers wird nicht, wie man wohl allgemein glaubt, nur unter dem Einflusse des direkten Sonnenlichts bewirkt, sondern auch im Schatten, im gewöhnlichen Tageslichte werden die Elemente der beiden Verbindungen in Freiheit gesetzt. Die Macht des Lebens ist's, welche die Existenz des Wassers und der Kohlensäure vernichtet; nur vermittelt wird solches durch das Licht der Sonne.

---

*) Auch Schleiden hält die Wasserzersetzung für wahrscheinlicher, da die Kohlensäure, wie er sagt, eine der allerfestesten Verbindungen sei, deren Zerlegung der Chemie auf keine Weise gelinge (Botanik, I. S. 247; II. S. 485.) Vermögen wir aber nicht durch Kalium der freien Kohlensäure sämmtlichen Sauerstoff zu entziehen?

**) Bemerkungen zu Schleiden's offenem Sendschreiben an Herrn Dr. J. Liebig, S. 11, ferner: Ueber Liebig's Theorie der Pflanzenernährung und Schleiden's Einwendungen gegen dieselbe. S. 8.

Denn dieſes, als das erregende und Alles belebende Princip, facht den Proceß mehr an, erregt und verſtärkt ihn, daher die Zerſetzung im Sonnenlichte mit größerer Energie und Schnelligkeit von Statten geht, wie auch Liebig an einer Stelle ſeiner Schrift ſagt, als in dem reflektirten Lichte. *)

Aber iſt die Exiſtenz der Vegetabilien, frage ich nun, ausſchließlich an die Aufnahme und Aſſimilation unorganiſcher Verbindungen geknüpft? Bedürfen ſie zu ihrem Beſtehen, ihrem Wachsthume nicht auch gewiſſer organiſcher Subſtanzen?

Letztere Frage können wir auf das Entſchiedenſte mit Nein! beantworten; denn daß die pflanzlichen Organismen nur unorganiſche, und nicht organiſche Materien, wie etwa Extractivſtoffe, humusſaures Ammoniak, überhaupt humusſaure Alkalien und Erden, als Nahrungsſtoffe verwenden, davon habe ich völlige Ueberzeugung gewonnen. Die Verminderung des Humusextractes, der humusſauren Salze, in welchen man Pflanzen vegetiren läßt, iſt durch Null zu bezeichnen.

Die in der Dammerde **) enthaltenen humusartigen Mate-

*) Der hierbei frei werdende Sauerſtoff kehrt zum Theil in die Atmoſphäre, zum Theil wird er, wie wir hören werden, bei den in der Pflanze vor ſich gehenden Metamorphoſen verwendet. Aller Sauerſtoff, welcher durch die Thiere und Menſchen bei dem Reſpirationsprozeß, welcher ferner durch die übrigen Oxydationsproceſſe der Atmoſphäre entzogen, wird durch die Vegetation wieder erſetzt.

**) Dammerde nennen wir ein Gemenge von verwitterten Mineralien mit zerſetzten oder in Verweſung und Fäulniß begriffenen Thier- und Pflanzenſtoffen. Waſſer löſ't bei gewöhnlicher Lufttemperatur aus derſelben höchſt wenig auf, nämlich nur $^1/_{1000}$ ihres Gewichts. Die farbloſe Solution gibt beim Abdampfen als Rückſtand außer organiſcher Materie Spuren von ſchwefelſaurem Kali, ſchwefelſaurer Kalkerde und Chlornatrium.

rien sind aus gewissen Gründen dem Wesen des Vegetabils nicht angemessen; dieses nimmt sie deshalb nicht auf, sondern die Wurzeln nehmen, indem sie durch ihre Lebensthätigkeit die humussaure Verbindung vom Wasser trennen, nur dieses nebst den übrigen dienlichen Stoffen auf. Das humussaure Salz aber wird von der Wurzel zurückgestoßen, gerade so wie die Wurzel die Fähigkeit besitzt, die für sie unpassenden unorganischen Salze abzustoßen und vielmehr die ihrer Natur angemessenen, zu ihrer Ausbildung nothwendigen zu absorbiren. *) Obiges Verhalten ist mit einer einfachen Wahlverwandtschaft zu vergleichen; die Pflanze zersetzt die Humuslösung, das Wasser tritt mit der Pflanze zusammen, und das Aufgelöste, die Humusverbindung, wird abgestoßen und in Freiheit gesetzt. Die Pflanze reagirt nämlich gegen das außer ihr Seiende, sie will Flüssiges; allein da dieses in unserem Falle als ein gegen das Pflanzenindividuum Indifferentes, mit ihm nicht Vereinbares erscheint, so findet durch die fortwährende Reaction der Wurzeln eine Trennung des Wassers von der in demselben aufgelösten Substanz statt.

Also nicht Alles, was in der Nähe der Pflanze vorhanden, vermag dieselbe aufzunehmen, in ihr Wesen, ihre Natur zu verwandeln. Nur in dem Falle absorbiren die Wurzeln Alles, was in ihren Bereich kommt, wenn durch kräftige chemische Agentien, durch gewisse Metallsalze u. s. w. die Einsaugungs-Organe verletzt werden, wodurch alsbald die Lebensthätigkeit erlischt und Passivität eintritt; aber sowie dies geschehen, geht die Pflanze rasch ihrem Tode entgegen.

Sämmtliche humusartige Materien, wie deren Verbindungen mit Basen, werden von den Wurzelspitzen, wenn dieselben unver-

*) Daß die Pflanze die Kraft besitzt, auch außer ihr Seiendes zu zersetzen, haben wir in den Gährungspilzen kennen gelernt.

letzt sind, nicht aufgenommen, nicht in den Pflanzenkörper geführt. Die Vegetabilien verwenden somit zu ihrer Ernährung (von den ganz überflüssigen Berechnungen und Ansichten Liebig's abstrahirend) keine organische, sondern allein unorganische Stoffe, sie schöpfen ihren Kohlen-, Wasser-, Sauer- und Stickstoff nur aus unorganischen oder binären Verbindungen, und nehmen außerdem unorganische Salze auf. Letztere werden, wenn sie dem bestimmten Individuum zu dessen vollkommener Ausbildung nothwendig sind, nebst dem Wasser mit Begierde aufgenommen, und nicht, wie die aufgelösten organischen, oder auch gewisse unorganische Einheiten, vom Wasser dirimirt.

Die Pflanze ist aus dem Unorganischen hervorgegangen; also die Wahrheit der unorganischen Natur ist zunächst das vegetative Leben, welches sich in das animalische aufhebt. Das Dasein des Thiers ist daher an das Vegetabilische geknüpft, ohne dieses findet und hat es keine Existenz. Das Bestehen des Vegetabils hingegen ist, weil aus dem Unorganischen entsprungen, nur durch dieses bedingt. Die organischen Materien können das Leben der Pflanze nicht unterhalten, eben weil dann auch der Proceß ein ganz anderer werden würde, und hiermit diesem bestimmten Pflanzenleben ein Ende gesetzt wäre.

Die Pflanze, resp. die Wurzel, zeigt sich zwar gegen das im Wasser aufgelöste Organische thätig, sie reagirt dagegen und es entsteht ein elektrisches Verhältniß; aber durch diese elektrische Spannung allein wird noch keine chemische Vermittlung des Gegensatzes bewirkt. Denn die Elektrizität, welche in Körpern, deren Differenz selbst höchst gering ist, hervorgerufen wird, ist nur das Vermittelnde, und nicht das Wesentliche der chemischen Processe. Soll das Entgegengesetzte sich identisch setzen, so muß die Intensität, das gegenseitige Aufeinanderwirken der Polarstoffe energischer sein, diese müssen auflösend oder vernichtend auf ein-

ander wirken. Dieſes tiefere Einheitsſtreben iſt aber nur da, wo die Gegenſätze an ſich identiſch ſind, und daher ein jeder Polarſtoff nach dem andern dürſtet, und ſich zu neutraliſiren ſucht.

So iſt z. B. die Baſe an ſich Säure, und umgekehrt die Säure an ſich Baſe; daher das Streben beider, weil ſie ihren Widerſpruch nicht zu ertragen vermögen, nach Neutraliſirung; beide Extreme verwandeln ſich in eine und dieſelbe Subſtanz, es reſultirt ein dritter concreterer, aber ebenfalls einfacher Körper, — ein Salz. Alle Eigenſchaften beider Gegenſätze ſind verſchwunden; denn beide Seiten haben in ihrer chemiſchen Einigung ihr Daſein aufgehoben.

Nicht ſo aber bei einer Säure und einem Metall; denn Metall und Säure bilden keinen chemiſchen Gegenſatz. Zwiſchen beiden muß ein Vermittelndes, hier der Sauerſtoff treten, um die Metallität erſt zu einem Oxyd, dem Gegenſatz der Säure, zu machen. Und ſo werden beide an ſich identiſch; denn auf beiden Seiten erſcheint ein Oxydirtes. *)

---

*) Daß jeder chemiſche Gegenſatz, Säure und Baſe, Metall und Metalloxyd, ſich in ein Einfaches verwandeln kann, iſt darin begründet, weil Alles aus Einem, dem Aether hervorgegangen. Ganz in den Aether, in dieſe abſtrakteſte Körperlichkeit, kann jedoch unter den jetzigen Verhältniſſen keine Materie zurückgehen, was erſt dereinſtens, wenn das ganze Sonnenſyſtem ſich aufzulöſen beginnt, geſchehen wird. — Alſo Sauerſtoff und Waſſerſtoff (alſo auch Säure und Baſe) verſchwinden bei ihrer Vereinigung zur Identität, weil beide urſprünglich Eins ſind.

Wie aber ſtehet es mit den Waſſerſtoffſäuren aus? Die Chlorwaſſerſtoffſäure (Salzſäure) z. B. kann ſich aus dem angeführten Grunde nicht mit einem Metalloxyd vereinigen, es tritt in Folge der Reaction Trennung und Bildung von Waſſer und einem Chlormetall ein.

Wie nun Säure und Base an sich identisch sind, so auch die Pflanze und das kohlensaure Wasser. Die Base ist die Identität von Sauerstoff und einem metallischen Princip, und ebenso die Säure (Sauerstoffsäure) die Einheit von Sauerstoff und einer metallischen oder metalloïdischen Grundlage. Die Pflanzenfaser enthält die Elemente Kohlen-, Wasser- und Sauerstoff, und diese drei Bestandtheile hat auch das kohlensaure Wasser.

Es ist nun die Pflanze gegen ihr Anderes, das Wasser und die Kohlensäure gespannt, und kann daher nur dieses ihr Anderes mit sich identisch setzen. Die humusartigen Materien u. s. w. sind nun aber nicht an sich, sondern fast wirklich mit der Pflanze identisch, die Differenz ist somit höchst gering; es findet zwischen beiden allerdings ein elektrisches Verhältniß, aber durchaus kein chemisches Einheitsstreben statt. *)

Die Pflanzen saugen nur dann aufgelöste organische Substanzen ein, wenn deren Wurzeln verletzt sind, nur in diesem Falle nehmen sie das Wasser mit dem darin enthaltenen Zucker, Gummi,

---

*) Ein elektrisches Verhältniß hat immer statt, wenn zwei Körper, selbst wenn deren Differenz außerordentlich gering ist, einander genähert werden. Ja überall, wo wir Veränderungen vor sich gehen sehen, sind zunächst elektrische Einflüsse im Spiele. So auch bei der Entstehung der berühmten Moser'schen Bilder, — der Abbildung einer Kupfermünze z. B. auf einer jodirten Silberplatte, wenn beide im Dunkeln mit einander fast in Berührung gebracht werden. Daß die verschiedenen Stellen einer gravirten Messingplatte auch verschiedene Wirkungen (Veränderungen) auf der ihr gegenüber stehenden Platte hervorrufen werden, ist wahrlich leicht einzusehen, und eine durchaus verkehrte Ansicht ist die, das Bild werde durch die unsichtbaren Lichtstrahlen (!) hervorgebracht. Möchten doch unsere Naturforscher bei ihren Theorieen mehr den Electrismus beachten!

Amylon u. ſ. w. auf. (Mit dem Thier, wo Willkühr u. ſ. w. iſt, wo Excretionen ſtattfinden, dürfen und können wir das Pflanzenleben nicht vergleichen.)

Pflanzen, mit vollkommenen Wurzeln vegetiren in den genannten Auflöſungen, wenn dieſelben ſehr verdünnt ſind, ganz gut; denn durch die Infektion der Wurzeln wird der Zucker, der Schleim u. dgl. vom Waſſer geſchieden und dieſes hierauf abſorbirt. In concentrirten Löſungen dieſer Art findet aber die Pflanze bald ihren Tod, weil die Wurzel, aus den ihrer Natur angemeſſenen Verhältniſſen heraustretend, geſchwächt, ihre Seelenhaftigkeit nicht erhalten wird, und ſomit nicht mehr die Kraft beſitzt, eine Trennung des Waſſers von den organiſchen Subſtanzen zu bewirken. Und wie kann auch ein Vegetabil, wenn es aus den Verhältniſſen, unter denen es in das Daſein getreten, und unter dieſen alſo auch nur ſeine Exiſtenz behaupten kann, herausgeriſſen wird, längere Zeit beſtehen? Es muß nothwendig der Proceß aufgehoben werden.

So werden auch alle Vegetabilien in concentrirten Kupferlöſungen, in Giftlöſungen, ſehr bald getödtet; aber dieſe Löſungen wirken poſitiv ſchädlich. Nur in verdünnten Giftlöſungen vermögen die Pflanzen mit vollkommenen, alſo ganz unverletzten Wurzeln einige Zeit lang zu vegetiren.

Bewirken wir nun ſelbſt bei Pflanzen eine Abſorption von aufgelöſten vegetabiliſchen Subſtanzen, von Zucker, Gummi, Amylon, es werden dieſelben in alle Theile des Organismus geführt, allein ſie tragen durchaus nichts zur Ernährung bei. Enthalten auch dieſe Subſtanzen genau dieſelben Elemente wie Holzfaſer, das Lignin, ſie ernähren dennoch die Pflanze nicht, weil jetzt unter anderen Verhältniſſen die ſpec. Proceſſe, welche eben das Pflanzenleben ausmachen, beſchränkt, ja aufgehoben werden. Poſitiv ſchädlich wirken dieſe Stoffe alſo nicht.

Wir sehen also, daß die Pflanzenmembran, oder zunächst der Pflanzenschleim nicht aus organischen Materien hervorgehet, daß dieser vielmehr seine Entstehung nur dem Zersetzungsprocesse des Wassers und der Kohlensäure verdankt. Alle humussauren, quellsauren und quellsatzsauren Verbindungen, wie diese Säuren selbst, werden von der Pflanze zurückgewiesen oder abgestoßen; sie sind nicht assimilirbar, sie können nicht in Schleim und Lignin verwandelt werden.

Sind wir auch von dem üppigen Wachsthume, welches die Vegetabilien in guter Dammerde, in humusreichem Boden zeigen, überzeugt, so sind wir dennoch nicht zu der Annahme berechtigt, daß gerade durch die Aufnahme der organischen Materien die üppige Vegetation bewirkt werde. Auch ist es nicht die bei der Verwesung der humusartigen Materie sich langsam entwickelnde Kohlensäure, welche hier allein von Einfluß ist. Es wirkt der Humus auch dynamisch; er ist in Folge seiner fortwährenden Zersetzung in Thätigkeit, wodurch das Leben der Pflanze angefacht und erhöht, und zur raschen Aufnahme von Nahrungsflüssigkeit befähigt wird. Es erscheint also der Boden, ähnlich dem Licht der Sonne, als ein erregendes und belebendes Princip. Und von beidem Einflusse, dem irdischen und kosmischen, ist das Leben und Gedeihen der Pflanze abhängig. —

Anders verhalten sich die parasitischen Gewächse; nur diese bedürfen Organisches zu ihrer Ernährung, was namentlich diejenigen Parasiten beweisen, welche keine grüne Farbe besitzen, welche weder Wasser, noch Kohlensäure zu zerlegen vermögen. Vegetabilisches Eiweiß ist nun allein die Substanz, welche von diesen Pflanzen zu ihrer Nahrung verwendet wird. Parasiten, die grün erscheinen, nehmen außerdem unorganische oder binäre Verbindungen auf. Diese entwickeln somit auch Sauerstoffgas, verhalten sich hierin somit von den wahren Parasiten und den

wahrhaften Thieren, welche niemals Sauerstoff exhaliren, verschieden. *)

Das in den Pflanzensäften enthaltene Eiweiß erleidet, unter Hinzutretung von Sauerstoff und Entwickelung von Kohlensäure und Ammoniak, eine Rückbildung in Schleim. Kleber, welchen ich vollkommen gereinigt hatte, überzog sich bald mit einer Schimmel-Vegetation, und zwar erschien später eine zweite Schimmelart, welche von der ersteren verschieden war, eben weil jetzt andere Verhältnisse obwalteten (so auch bei der Ur-Erzeugung). Es stand also diesen pflanzlichen Gebilden nichts, als Eiweiß zur Disposition.

Die höheren Pflanzengebilde resultirten aus dem Zersetzungsprocesse des kohlensauren Wassers; aus dem Kohlen-, Wasser- und Sauerstoff ging Schleim hervor, und dieser metamorphosirte sich in Zellensubstanz. Die Zellensubstanz der Pilze dagegen resultirt aus dem durch Zersetzung des Eiweißstoffes hervorgegangenen Schleim.

Der Pilz ist gegen den Eiweißstoff gespannt, negirt ihn, und verwandelt ihn in sein Wesen, in seine Form oder Natur. Zwischen ihm und Schleim, Zucker, Amylon u. s. w., als dem mit ihm schon Identischen, tritt keine Polarität, kein Spannungs-Ver-

*) Unter den Thieren sind es nur Infusionsthierchen, welche Sauerstoffgas exhaliren. Vgl. Mulder, l. c. pag. 114, ferner Kützing, die Sophisten und Dialektiker, die gefährlichsten Feinde der wissenschaftlichen Botanik. S. 19. Das Chlorophyll, wodurch diese Thiere gefärbt sind, entsteht ohne Zweifel aus der Zersetzung der Kohlensäure und des Wassers, und es geschieht dies unter Entwickelung von Sauerstoffgas. Das Chlorophyll metamorphosirt sich dann weiterhin in Eiweiß, in wirkliche Muskelfaser oder in Nervensubstanz. In der Pflanze verharret das Eiweiß noch als solches. Das Infusionsthierchen bildet also den Uebergang von der eigentlichen Pflanzenwelt zur Thierwelt!

hältniß ein. *) Nur im Innern des Pilzes gehet nachher der Schleim, wie in den höheren Pflanzen, durch die Lebensthätigkeit von Zelle zu Zelle.

Der in das Innere des Pilzes eingetretene Eiweißstoff erfährt also zunächst eine Umwandlung in Schleim, und dieser in Zellensubstanz.

Hieraus ergibt sich auch die Respiration der Pilze; sie verderben die Atmosphäre beständig durch Sauerstoffabsorption und nachheriger Kohlensäure-Entwickelung.

Nach den Untersuchungen des Alexander von Humboldt athmen die Pilze auch Wasserstoffgas aus; eine interessante Erscheinung, worüber ich, sobald als möglich, eigene Beobachtungen anstellen werde. Welche Verbindungen unter der Wasserstoffgas-Entwickelung erzeugt werden, ist zunächst ein Gegenstand der Untersuchung.

Auf welche Weise Wasserstoffgas frei wird, wurde bei den „Metamorphosen unter Wasserbildung" erwähnt.

Betrachten wir nun die Verwandlung des Schleims in Zellensubstanz.

---

*) Anders ist es bei der animalischen Natur, hier fällt das äußere Polaritäts-Verhältniß hinweg. Das in Aufgüssen entstehende Infusionsthierchen nimmt neben Eiweiß auch andere organische Materien auf. Das vegetabilische Eiweiß braucht nur unter gewissen obwaltenden Verhältnissen seine Cohäsion zu ändern, und es geht über die Fibrin (Muskelfaser), in Infusionsthiere. Erleidet aber das Eiweiß eine Zersetzung, so erscheinen Pilze.

Die Entstehung der Aufgußthierchen von Eiern abzuleiten, wie es selbst Berzelius (Lehrb. der Chemie. Bd. 8. S. 381) thut, ist Sache der Vergangenheit. Vgl. auch Liebig, die Chemie in ihrer Anwendung ꝛc. 5. Aufl. S. 421 ff., dann auch Berzelius. Bd. VI. S. 66 f., und Kürschner, l. c. pag. 19.

2) Entstehung der Holzfaser oder des Lignins (Zellenbildung).

Der Pflanzenschleim, dieses Princip alles vegetabilisch Besonderen, hebt sich zunächst auf in Faserstoff oder Lignin.

Der Schleim gestaltet sich zur Kugel, — wie denn alle Gestaltungen von der Kugel- oder Blasenform ausgehen — deren Peripherie erstarrt und als Pflanzenmembran erscheint.

Die Worte Schleiden's: „Pflanzenzellen bilden sich nur da, wo neben Zucker oder Gummi auch eine stickstoffhaltige Substanz vorhanden ist. Letztere bildet kleine Kernchen und verwandelt dann in ihrem ganzen Umfange den Zucker oder das Gummi in Faserstoff" *) sind also nicht die richtigen. Und es ist in der That nicht einzusehen, wie und auf welche Weise der Zellenkern oder Cytoblastus (von κυτος und βλαστος) die genannten Stoffe in Faserstoff verwandeln, wie er die Zelle erzeugen soll. Zucker aber gehet nie in Faserstoff über, und ebenso wenig das Gummi unter diesen Verhältnissen. Und wer kann sagen, daß überall, wo Zellen entstehen, Zucker und Gummi, ja ein Cytoblastus vorhanden sei? Der Zellenkern, wo wirklich ein solcher vorhanden, ist nichts als ein in der Zelle condensirtes Schleimkügelchen u. dergl; zuweilen finden sich deren selbst mehrere. Diese lösen sich entweder wieder auf, oder sie verwandeln sich in Inulin, Amylon u. s. w.

---

*) Herr Dr. Justus Liebig in Gießen u. die Pflanzenphysiologie. S. 36. Vergl. auch dessen: Beiträge zu Phytogenesis, in J. Müller's Archiv 1838. Vergl. ferner dessen: Grundzüge der wissenschaftl. Botanik. Th. I. S. 191 ff. Vergl. endlich Nägeli, verschiedene Theorieen über Zellenbildung u. s. w. in Schleiden's und Nägeli's Zeitschrift für wissenschaftliche Botanik. Bd. I. S. 34 ff.

Das Physiologicum, welches Professor Schleiden Herrn Professor Liebig (l. c.) gelesen, ist also von keiner Bedeutung für denselben, da dieser selbst eine ähnliche Ansicht hegt. Denn sagt Liebig, noch einige Ungereimtheiten hinzufügend: „In den Blättern kann das Holz des Stammes als Holz nicht gebildet werden, sie müssen die Fähigkeit haben, eine Materie zu erzeugen, die geeignet ist, in Holz überzugehen (welche Materie aber, das sagt Liebig nicht, eben weil er keine Ahnung davon hat), und diese muß in gelöstem Zustande stets begleitet sein von einer stickstoffhaltigen Verbindung (ein Grund dafür ist wahrlich nicht zu finden!); es ist höchst wahrscheinlich, daß sich Holz- und Pflanzenleim, Amylon und Zelle gleichzeitig und zwar neben einander bilden, und in diesem Falle ist ein bestimmtes Verhältniß von beiden eine Bedingung ihrer Entstehung (eine unbegreifbare Phantasie!)." *)

Liebig nimmt außerdem ebenfalls zur Holzbildung einen Kern, aber freilich einen sehr harten an; denn sagt er: „Die Kieselsäure ist die erste feste Substanz, welche in die Pflanze gelangt; sie scheint die Materie zu sein, von der aus die Holzbildung ihren Anfang nimmt (eine herrliche Vorstellung!), und ähnlich zu wirken wie ein Stäubchen, an das sich in einer krystallisirenden Salzlösung die ersten Krystalle bilden." **)

Die Ansicht, daß die Pflanze zur Holzbildung eine größere Menge von Stickstoff nöthig habe, als zur Bildung von Amylon, Zucker u. s. w., muß also, als ganz nichtig, sofort hinwegfallen.

Und eine Verkehrtheit im höchsten Grade ist das Gerede, ob zur Zersetzung der Kohlensäure Stickstoff erforderlich sei, oder nicht. Die stickstoffhaltigen Materien bewirken, wie aus dem Bisherigen

*) Die organische Chemie ꝛc. S. 118 f.

**) l. c. pag. 152.

ſchon hervorleuchtet, keine Zerſetzung, und keine wunderbaren chemiſchen Metamorphoſen, wie Schleiden *) ſagt. Liebig glaubt, daß der Stickſtoff bis zu einem gewiſſen Grade unweſentlich für die Zerſetzung der Kohlenſäure ſei. **) Welcher Gallimathias! Welche ſonderbare Vorſtellungsweiſe!

Der Proceß iſt aber, wie geſagt, der, daß das kohlenſaure Waſſer durch die lebendige Wirkung des Vegetabils zerſetzt und unter Entwickelung von Sauerſtoffgas in Schleim verwandelt wird. Indem dieſer ſich zur Kugel, zur einfachſten, abſtrakteſten Form geſtaltet, und dieſe Schleimkugel an der Peripherie zu einem gewiſſen Grade in ſich erſtarrt, haben wir eine an der Peripherie in Faſerſtoff umgewandelte Schleimkugel. Die Kugel iſt aber jetzt größer geworden, ſie hat, ebenſo wie das Waſſer bei ſeinem Feſtwerdungsproceſſe, eine Expanſion erlitten. Die entſtandene Zelle erfährt dann durch Eindringung von Flüſſigkeit eine weitere Expanſion.

Aber in dieſem in der Zelle angehäuften Schleime zeigt ſich alsbald Neigung in die Erſtarrung zu verſinken; es bilden ſich in der Zelle zwei entgegengeſetzte neue Schleimkügelchen, — eben weil ſich ſowohl in der einzelnen Zelle, als in der Totalität die Thätigkeit polar ausdrückt. Dieſe neuen Schleimkügelchen beginnen an ihrer Peripherie zu erſtarren, wobei ſich dieſelben ausdehnen, dann auch durch den in ſie dringenden Schleim expandirt werden. So entſtehen aus der Einen Zelle zwei Zellen. Die expandirte Mutterzelle wird hierbei reſorbirt.

In der unteren neuen Zelle häuft ſich zunächſt wieder Schleimmaſſe an, und es beginnt in dieſer das Spiel von Neuem. Und ſo werden die oberen Zellen, welche unverändert bleiben, immer

*) Herr Dr. J. Liebig in Gießen ꝛc. S. 29 f.

**) l. c. pag. 123.

mehr nach Oben geſchoben. Dieſes habe ich beobachtet an dem Halm und den Blättern von Secale cereale (Roggen). Am Tage war Anfangs nicht die geringſte Zunahme an Größe wahrzunehmen, wohl aber immer des Nachts, und zwar oft über einen Zoll. Erſt in einer ſpäteren Periode der Entwickelung, wo der Halm u. ſ. w. in die Erſcheinung trat, fand ſowohl am Tage, als des Nachts ein Wachſen, und zwar in gleichem Maaße ſtatt. Die Verlängerung betrug in 24 Stunden etwa einen Zoll. Ob vielleicht ähnlich ſo bei allen monocotyledoniſchen Gewächſen? —

Mit dem Schaft und den Blättern von Bellis perennis (Gänſeblümchen) verhielt es ſich anders. Der Schaft verlängerte ſich nicht von der Baſis aus, ſondern etwa von der Mitte aus bis faſt zur Spitze. Das Wachſen geſchah höchſt langſam, und wie es ſchien während der Nacht und des Tags in gleichem Maaße. In den Blättern expandirte ſich faſt jeder Theil gleich ſtark. Ob vielleicht ſo bei allen dicotyledoniſchen Gewächſen? — Genauere und mehrere Beobachtungen konnte ich wegen andern Arbeiten vor der Hand nicht anſtellen; ſie würden indeſſen in das Gebiet der Phyſiologie gehören.

Alſo ſowohl der Länge, als der Quere nach, findet eine Vermehrung der Zellen ſtatt; es tritt das polare Verhältniß auch nach dem Horizonte hin hervor.

Das Gerede von einer Vermehrung der Zellen durch Quer- und Längenwände, von einer wirklichen Theilung und Abſchnürung, muß nunmehr hinwegfallen.

Sowohl das terminale als peripheriſche Wachsthum gehet nach angeführter Weiſe vor ſich. Zu dem letzteren gehört die Bildung der Holz- und Rindenſchichten. Dieſe reſultiren aus dem von Oben nach Unten herabſtrömenden Safte, dem Bildungsſaft oder Cambium. Der rohe Nahrungsſaft, d. i. der noch mehr wäſſerige, ſtrömt nämlich von der Wurzel

durch den Stamm in die Blätter u. ſ. w., auf welchem Wege derſelbe immer concentrirter und plaſtiſcher wird. *)

Hier in den Blättern wird das Cambium zum Theil zu ihrer Ausbildung verbraucht, es entſtehen Gefäße und Zellen, und der übrige Theil derſelben wird durch die inneren Schichten der Rinde, durch die Baſtröhren, in den Stamm bis zu den Wurzelſpitzen zurückgeführt; zum Theil bringt auch das Cambium ſeitlich, nämlich durch die Parenchymzellen in den Holzkörper, wodurch auch dieſer ſtets an Maſſe — durch Juxtapoſition — zunimmt.

Die Rinde iſt's alſo, welche den Stoff zur Bildung des neuen Holzringes von Oben herabführend abgibt; er wird auf der innerſten Rindenfläche im Frühjahre ſecernirt, und es bilden ſich alsbald die Organe der Holz- und Rindenſchicht. Während dieſer Zeit liegt die Rinde dem Holzkörper ſo loſe an, daß dieſelbe mit Leichtigkeit abzulöſen iſt.

Die neu entſtandenen Schichten nehmen ſpäter immer feſtere Conſiſtenz an, die Elementar-Organe ſinken in die Erſtarrung,

---

*) Da der Saft nach Oben ſteigt und ſich hier in Menge als Cambium anhäuft, ſo iſt auch hier die Bildung vorherrſchend. In gewiſſen Vegetabilien wird aber gleich im Anfange ihrer Entwickelung, wegen der Energie des Lebens, welche ſie jetzt zeigen, ſo viel Schleim gebildet, daß ſ. g. Wurzelblätter hervortreten. Hierdurch wird aber die Activität des Vegetabils ſo herabgeſtimmt, ſo erſchöpft, daß der Stengel ſolcher Pflanzen — der Schaft — keine weiteren Blätter aus ſich hervorzuſchieben vermag. Wir finden dieſes bei dem Gänſeblümchen, Bellis perennis, dem Löwenzahn, Leontodon Taraxacum, den Wegerich-Arten, z. B. Plantago media, bei welchen die Blätter in einem Kreiſe feſt auf dem Boden ſitzen, dann bei Plantago major u. ſ. w.

Es wird nun auch jedem Phyſiologen klar ſein, weshalb meiſt die Blätter in der Nähe der Spitze kleiner erſcheinen, u. ſ. w.

es findet keine Zunahme an Masse mehr durch Intussusception statt, sondern es lagert sich der vegetabilische Schleim stets in Form neuer Membranen auf die innere Fläche der Zellen schichtweise ab, so daß endlich die ganze Höhlung schwindet, — das Zunehmen an Masse geschieht jetzt durch Juxtaposition oder Apposition.

Unwahr und einseitig ist's aber, wenn Heusinger sagt: „in älteren Zellen verdicken sich die Wände oft durch schichtenweise Ablagerungen auf ihrer innern Fläche von Lignine (das Lignin entsteht erst, nachdem es als Schleim abgelagert worden!), wodurch Tüpfel, Streifen, Spiralfasern gebildet werden, und die Zellen verholzen." *)

Merkwürdig, daß die Entstehung der Spiralfasern, daß der Grund des spiralförmigen Gewundenseins der Spiralröhren, fast allen Physiologen immer noch unbekannt ist. Meyen sagt sogar: „Verschiedene Gelehrte (!) haben versucht eine Erklärung über die Entstehung der Spiralfaser zu geben, doch so etwas ist, wie ich glaube (glauben darf der Naturforscher nicht!) nicht zu erklären (Alles, das ganze Universum vermag der menschliche Geist, der die Spitze alles Lebens ist, zu erfassen!), und die gegebenen Erklärungen zeigen eben, wie weit man von dem Standpunkte entfernt gewesen ist, von welchem aus diese Erklärung erfolgen mußte. Das Unerklärliche ist eben die charakteristische Eigenthümlichkeit der vegetabilischen Lebenskraft, daß sie ihre Thätigkeit beständig in Form der Spirallinie ausdrückt." **) Ein solches Gerede ist aber so oberflächlich und gedankenlos, daß selbst der nur einigermaßen Verständige es für nichtssagend und nichtig halten wird; es

*) Grundriß der Encyclopädie und Methodologie der Natur- und Heilkunde. S. 74.

**) Neues System der Pflanzenphysiologie. Bd. I. S. 119.

ist dies gerade so, als wenn man sagen wollte, es liege in der Eigenthümlichkeit des Stengels: Blätter, Aeste u. s. w. von gewisser Form aus sich hervorzuschieben, oder es sei eigenthümlich, daß die Winde, Convolvulus, eine corolla infundibuliformis, das Vergißmeinnicht, Myosotis palustris, aber eine corolla hypocrateriformis besitze, daß etwa bei Galeobdolon, Lamium u. a. die obere Lippe der Blumenkrone einen Helm bilde u. s. w., oder auch, als wenn der Zoolog sagen wollte, es sei eigenthümlich, daß bei der Entwickelung des Hühnchens aus dem Ei der Anfang des Embryo in der Mitte des Fruchthofes, und zwar als s. g. Primitivstreifen, stattfinde, daß am zweiten Tage die Bildung des Gehirns, des Herzens, am dritten erst die Bildung der Gliedmaßen, des Darmkanals ꝛc. und erst am vierten Tage die der Bauchspeicheldrüse beginne u. s. f.

Alles dies hat seinen Grund, der aber bei solchen oberflächlichen Betrachtungsweisen nie und nimmer erfaßt werden wird.

Das Spiralförmige ergibt sich ganz einfach aus der gleichzeitigen Dehnung des Gefäßes nach zwei Richtungen hin. Einmal erfolgt durch die Seelenhaftigkeit des Vegetabils eine Expansion nach dem Horizonte hin, zugleich aber auch in vertikaler Richtung, und das Resultat ist die Spirallinie, welche hier, sich realisirend, als Spiralfaser erscheint.

Der geniale Wilbrand drückt sich folgendermaßen aus: „Selbst die Spiralbildung deutet auf den mächtigen Wechselstreit zwischen der Contraction und Expansion. Wie ein Körper von zwei entgegengesetzten Kräften getrieben der Diagonale folgt, so stellt hier die Faser, ihre Einheit mit der Schwere und dem Lichte ausdrückend, die Spirallinie dar.“ *)

*) Darstellung der gesammten Organisation. Bd. I. S. 159.

Thöricht ist es denn nun zu sagen, die Membran werde bei ihrer Bildung aus spiralförmig gewundenen Fasern zusammengesetzt, welche Fasern alsdann innig mit einander verwachsen. Und eine noch größere Absurdität ist die Behauptung oder Ansicht, die Spiralfaser selbst bestehe wieder aus an einander gestellten Molecülen, die jedoch bei ihrem Zusammentreten sogleich mit einander verschmelzen.

Ueber die Nichtigkeit der Annahme, daß die Materiatur aus Atomen bestehe, habe ich mich namentlich in meiner „speculativen Einleitung zur Chemie" ausgesprochen; ich habe gezeigt, daß aus Atomen oder Molecülen, die ohne dies außerhalb des Bereichs der sinnlichen Wahrnehmung liegen, keine Bildungen resultiren, keine Organismen hervorgehen können.

Aus dem Angeführten ergeben sich nun auch die Erscheinungen der Rotationsströmungen. Der Grund dieser schönen und interessanten Strömungen ist unsern Naturforschern, ja selbst Schleiden noch unbekannt.

Schleiden wird nun auch seine Ansichten über die Zellenbildung berichtigen, da er, wie er selbst sagt, *) zu denen gehört, welche ihren Irrthum öffentlich widerrufen, sobald dieser erkannt worden.

Schließen wir nun diese Betrachtungen, welche mehr Gegenstand der Pflanzenphysiologie sind, und gehen zu den weitern im vegetabilischen Organismus stattfindenden chemischen Metamorphosen über.

---

*) Offenes Sendschreiben an Herrn Dr. J. Liebig in Gießen. S. 7. Vergl. ferner dessen Schriftchen: Die neueren Einwürfe gegen meine Lehre von der Befruchtung, als Antwort auf Dr. Th. Hartig's Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Pflanzen. S. 20 und 35.

3) Entstehung des Inulin's, Amylon's, der Moosstärke, des Chlorophylls u. s. w.

Die einfachste Verwandlung, welche der vegetabilische Schleim im Innern der Zelle erleidet, ist die in Inulin (Dahlin, Helenin, Alantin, Datiscin). Die Schleimflüssigkeit condensirt sich etwas oder dirimirt sich in Kügelchen, und die Metamorphose ist beendigt!

Die physikalische Bestimmtheit des Schleims wird also nur in geringem Grade verändert, daher die Differenz zwischen Pflanzenschleim und Inulin auch nur gering erscheint. In kaltem Wasser ist dasselbe nur wenig löslich, sehr leicht aber in siedendem Wasser zu einer schleimigen Flüssigkeit.

In kräftig vegetirenden Pflanzen tritt das Inulin nicht in Kügelchenform auf, sondern es befindet sich darin als ein noch abstrakt Flüssiges; erst bei einer gewissen Abnahme der Lebendigkeit des Organismus oder einzelner Zellen tritt Individualisirung des Inulins ein, d. h. Erscheinen desselben in Kugelgestalt.

Die im Safte der Charen und anderer Vegetabilien sich bewegenden Körperchen, sind nichts als Inulin-Kügelchen.

Nicht in sehr vielen Pflanzen erhält sich das Inulin als solches, d. h. erleidet keine weitere Metamorphose; sein Vorkommen ist daher nur auf eine geringe Anzahl von Pflanzen beschränkt. **Inula Helenium, Georgina purpurea, Colchicum autumnale, Helianthus tuberosus, Leontodon Taraxacum, Lichen fraxineus** u. e. a. sind vorzugsweise die Vegetabilien, in welchen, und namentlich in den Wurzeln und Knollen derselben, das Inulin auftritt und seine Existenz behauptet. —

Die nächste Metamorphose, welche das Inulin erfährt, ist die in Amylon (Stärke, Satzmehl, Stärkemehl, Amydin). Dieses erscheint ebenfalls, und zwar nur in Gestalt mikroscopischer Kügelchen.

Aber nicht immer besitzen die Amylon-Körperchen eine fast runde Gestalt, sondern die Form derselben ist in den verschiedenen Pflanzen, ja auch in einer und derselben oft sehr verschieden; denn bald sehen wir elliptische, linsenförmige, scheibenförmige, längliche, bald spindelförmige, stabförmige u. s. w. *)

Von den Inulin-Kügelchen sind sie in physikalischer Hinsicht besonders dann unterschieden, daß sie aus mehreren concentrischen Schichten bestehen, woraus hervorgeht, daß die Vergrößerung derselben, der Amylon-Körperchen, durch Juxtaposition erfolgt. Hinsichtlich des chemischen Verhaltens unterscheiden sich beide Körper dadurch, daß das Amylon sich mit Jod zu einem tief blauen Körper vereinigt, das Inulin aber damit eine gelbe Verbindung erzeugt.

Mit der verschiedenen physikalischen Bestimmtheit ist also zugleich ein anderes chemisches Verhalten gesetzt. Denn sind zwei Substanzen in ihren physischen oder extensiven Eigenschaften, d. h. in ihren Härte, Cohäsion, spec. Schwere, verschieden, so nothwendig auch in ihren chemischen oder intensiven Eigenschaften, wie auch dem Verhalten der isomerischen Körper auf das Klarste hervorgeht. **)

Wie also das Aeußere ein Anderes wird, so zugleich das Innere. Eine höchst falsche Vorstellungsweise ist es daher, zwischen Innerem und Aeußerem einen Unterschied zu setzen, ja zu behaupten, daß man nur das Aeußere, die Schale, nicht aber das Innere oder den Kern zu erkennen im Stande sei.

Kaum ist es zu begreifen, wie unsere Naturforscher der Gegenwart sich dem Ausspruche hingeben können, daß man für die

*) Vgl. Schleiden, über das Vorkommen der Stärke und ihre verschiedene Formen in der Pflanzenwelt, im Archiv der Pharmacie von Wackenroder und Bley. Reihe 2. Bd. 32. S. 307 ff.

**) Vergl. meine Grundzüge einer specul. Einl. zur Chemie. S. 82 f.

Umwandlung gewisser Materien, wie z. B. der Stärke in Gummi, des Schleims in Gummi u. s. w., noch keine wahrhaft erklärende Theorie habe, aber daß nicht allein die Art und Weise, wie sich Zucker, Gummi ꝛc. bilde, sondern daß auch die weitere Verwandlung dieser Materien in Holzfaser unbekannt sei.

Durch nichtssagende Worte, wie „Contact," „Katalyse" u. s. w., glaubt man gewöhnlich eine Erklärung der genannten chemischen Metamorphosen gegeben zu haben. *)

Müßten wir aber der Verwandlung der schwarzen Zinnober-Modifikation in die rothe, oder umgekehrt der rothen Modifikation in die schwarze, nicht dieselbe Erklärung unterlegen? Sehen wir hier nicht, daß die bloße Veränderung der Cohäsion eines Körpers eine Veränderung desselben hinsichtlich der physischen und chemischen Eigenschaften zur Folge hat? Und so braucht auch nur der Schleim eine andere Cohäsionsform anzunehmen, ebenfalls durch äußere eintretende Verhältnisse veranlaßt, um in Lignin, in Inulin, Amylon u. s. w. überzugehen.

Die Cohäsion der äußeren Schicht der Amylon-Kügelchen ist größer, als die der inneren Lagen oder Schichten; die innere Substanz derselben ist in kaltem Wasser solubel, die äußere Hülle nicht. Das Filtrat wird durch Jod gelblichbraun gefärbt, es ist also das Amylon fast in Inulin zurückgegangen.

Mit Recht hat man das Inulin ein unvollkommen ausgebildetes Amylon genannt. Zuerst metamorphosirt sich der Schleim in ein Inulinkügelchen, um welches sich dann, ähnlich wie bei der Bildung der Perlen, der Harnsteine u. dgl., allmählig immer mehr Schichten anlegen, von denen die äußerste die größte Cohärenz erlangt. So also tritt das Amylon in die Erscheinung!

---

*) Vergl. Berzelius, Lehrbuch der Chemie. Bd. VI. S. 25.

Aber nicht immer besitzen die Amylon-Körperchen eine fast runde Gestalt, sondern die Form derselben ist in den verschiedenen Pflanzen, ja auch in einer und derselben oft sehr verschieden; denn bald sehen wir elliptische, linsenförmige, scheibenförmige, längliche, bald spindelförmige, stabförmige u. s. w. *)

Von den Inulin-Kügelchen sind sie in physikalischer Hinsicht besonders dann unterschieden, daß sie aus mehreren concentrischen Schichten bestehen, woraus hervorgeht, daß die Vergrößerung derselben, der Amylon-Körperchen, durch Juxtaposition erfolgt. Hinsichtlich des chemischen Verhaltens unterscheiden sich beide Körper dadurch, daß das Amylon sich mit Jod zu einem tief blauen Körper vereinigt, das Inulin aber damit eine gelbe Verbindung erzeugt.

Mit der verschiedenen physikalischen Bestimmtheit ist also zugleich ein anderes chemisches Verhalten gesetzt. Denn sind zwei Substanzen in ihren physischen oder extensiven Eigenschaften, d. h. in ihrer Härte, Cohäsion, spec. Schwere, verschieden, so nothwendig auch in ihren chemischen oder intensiven Eigenschaften, wie aus dem Verhalten des jodirten Körpers auf das Klarste hervorgeht. **)

Wie also das Aeußere ein Anderes wird, so zugleich das Innere. Eine höchst falsche Vorstellungsweise ist es daher, zwischen Innerem und Aeußerem einen Unterschied zu setzen, ja zu behaupten, daß man nur das Aeußere, die Schale, nicht aber das Innere oder den Kern zu erkennen im Stande sei.

Kaum ist es zu begreifen, wie unsere Naturforscher der Gegenwart sich dem Ausspruche hingeben können, daß man für die

*) Vgl. Schleiden, über das Vorkommen der Stärke und ihre verschiedene Formen in der Pflanzenwelt, im Archiv der Pharmacie von Wackenroder und Bley. Reihe 2. Bd. 32. S. 307 ff.

**) Vergl. meine Grundzüge einer specul. Einl. zur Chemie. S. 82 f.

Umwandlung gewiſſer Materien, wie z. B. der Stärke in Gummi, des Schleims in Gummi u. ſ. w., noch keine wahrhaft erklärende Theorie habe, aber daß nicht allein die Art und Weiſe, wie ſich Zucker, Gummi ꝛc. bilde, ſondern daß auch die weitere Verwandlung dieſer Materien in Holzfaſer unbekannt ſei.

Durch nichtsſagende Worte, wie „Contact,“ „Katalyſe“ u. ſ. w., glaubt man gewöhnlich eine Erklärung der genannten chemiſchen Metamorphoſen gegeben zu haben. *)

Müßten wir aber der Verwandlung der ſchwarzen Zinnober-Modifikation in die rothe, oder umgekehrt der rothen Modifikation in die ſchwarze, nicht dieſelbe Erklärung unterlegen? Sehen wir hier nicht, daß die bloße Veränderung der Cohäſion eines Körpers eine Veränderung deſſelben hinſichtlich der phyſiſchen und chemiſchen Eigenſchaften zur Folge hat? Und ſo braucht auch nur der Schleim eine andere Cohäſionsform anzunehmen, ebenfalls durch äußere eintretende Verhältniſſe veranlaßt, um in Lignin, in Inulin, Amylon u. ſ. w. überzugehen.

Die Cohäſion der äußeren Schicht der Amylon-Kügelchen iſt größer, als die der inneren Lagen oder Schichten; die innere Subſtanz derſelben iſt in kaltem Waſſer ſolubel, die äußere Hülle nicht. Das Filtrat wird durch Jod gelblichbraun gefärbt, es iſt alſo das Amylon faſt in Inulin zurückgegangen.

Mit Recht hat man das Inulin ein unvollkommen ausgebildetes Amylon genannt. Zuerſt metamorphoſirt ſich der Schleim in ein Inulinkügelchen, um welches ſich dann, ähnlich wie bei der Bildung der Perlen, der Harnſteine u. dgl., allmählig immer mehr Schichten anlegen, von denen die äußerſte die größte Cohärenz erlangt. So alſo tritt das Amylon in die Erſcheinung!

---

*) Vergl. Berzelius, Lehrbuch der Chemie. Bd. VI. S. 25.

In Folge der leichten Umwandlung des Inulin's in Amylon ist dieses in der Pflanzenwelt außerordentlich verbreitet, jenes, das Inulin, deshalb aber nur auf eine geringe Anzahl von Pflanzen angewiesen, wo es ohne Aenderung seiner Existenz verharrt. Das Amylon tritt nicht allein in sämmtlichen vollkommneren vegetabilischen Gebilden, in Pflanzen, welche ein entwickeltes Dasein haben, auf, sondern auch in vielen Pflanzen, die auf einer niederen Stufe der organischen Ausbildung stehen. So erscheint dasselbe z. B. in dem Thallus der Marchantien, in den Samen der Charen, im Marke des Farrn-Stammes, in den Schläuchen gewisser Conferven u. s. w., in größter Quantität jedoch in den Samen der Getreidearten und in den Kartoffeln. *)

Fast ganz übereinstimmend mit dem Kartoffelstärkemehl ist das aus den Wurzelknollen von **Marantha arundinacea** abgeschiedene Amylon, — das ***Arrow-root***. Die ***Cassava*** oder ***Tapioca*** ist das Amylon aus der giftigen, Blausäure-haltigen Wurzel von **Jatropha Manihot**. Aus dem Marke mehrerer Palmen, wie aus **Sagus farinifera, S. Rumphii** u. s. w. gewinnt man den **Sago**.

In desto größerer Menge erscheint stets das Amylon in den Samen, Wurzeln oder Knollen, je näher die Reife ist; denn die

*) Aus den Kartoffeln geschieht daher auch die Gewinnung technisch. Dieselben werden durch Reibemaschinen zerrieben, sodann die Amylonkörner auf einem Seihetuch oder Siebe mittelst Wasser aus dem Zellengewebe, den merenchymatischen und parenchymatischen Zellen (wo sie ausschließlich vorkommen, nur selten in den kurzen Pleurenchymzellen) ausgewaschen. Es setzt sich dann das Amylon aus dem milchigten Wasser ab; durch mehrmaliges Auswaschen mit frischem kalten Wasser wird es gereinigt. Auf dem Seihetuch bleibt die Faser der Kartoffel zurück, und das Wasser, aus dem sich das Amylon abgesetzt hat, enthält die Salze, das Eiweiß und Gummi der Kartoffeln.

organische Lebendigkeit sinkt mehr und mehr in die Erstarrung, es wird der vegetabilische Schleim vorzugsweise in Amylon verwandelt.

Das z. B. in dem Holzkörper, in den Wurzeln u. s. w. während der Wintermonate niedergelegte oder aufgespeicherte Amylon verschwindet wieder allmählig mit dem Beginne oder der Annäherung der neuen Vegetationsperiode, es wird durch das erwachte vegetabilische Leben, welches sich jetzt in höchster Thätigkeit zeigt, in Schleim, in das Princip alles vegetabilisch Besonderen, zurückgebildet, und zur Bildung neuer Organe verbraucht.

Gegen die Möglichkeit der Rückbildung des Amylons in Schleim, oder gegen die Verwandlung desselben in Faserstoff, wird Niemand mehr Zweifel erheben, da auch selbst aus der organischen Chemie dafür ein Beleg vorhanden ist. Prof. Otto sagt z. B. von Jacquelain's Stärkemehlkügelchen: „Gefriert eine Auflösung der Kügelchen, so gibt sie beim Aufthauen die Kügelchen in Gestalt zarter Fasern, welche sehr kurz sind und Seidenglanz besitzen. — Die Fähigkeit, diese Kügelchen zu bilden, welche das Stärkemehl besitzt, muß für eine organische Kraft gehalten werden, die zurückbleibt, selbst wenn dasselbe in Wasser gelöst wird. Die ursprünglichen Körnchen des Stärkemehls, welche aus concentrischen Lagen bestehen, sind noch höher organisirt (diesem kann ich nicht beistimmen). In der That nimmt das Stärkemehl eine wichtige Stelle in der organischen Chemie ein, es ist ein Band zwischen den wirklich organisirten Körpern und den Körpern von weniger complexer Constitution, welche noch zu dem organischen Reiche gehören, sich aber durch Krystallisation, Flüchtigkeit oder durch chemische Eigenschaften den sogenannten Mineralien nähern.“ *)

*) Graham, Lehrbuch der Chemie, bearb. von Otto. Bd. III. S. 101.

Daß der resorbirte Nahrungsstoff, das Amylon u. s. w., zu neuen Bildungen verwendet wird, ersieht man in der That daraus, daß dasselbe in den Cotyledonen der Samen um so mehr abnimmt, je größer das sich entwickelnde Pflänzchen wird; zur Zeit der Blüthe ist fast alles aufgespeicherte Amylon der Pflanzen aufgezehrt. Zwiebeln, welche der freien Luft ausgesetzt sind, entfalten, sich selbst aufzehrend, Blätter und Blüthen; alle Reserve-Nahrung findet man verschwunden.

Das Amylon erleidet also durch die Lebensthätigkeit des vegetabilischen Organismus eine Rückbildung in Schleim, in den Stoff, aus welchem es hervorging; es sind Amylon und Pflanzenschleim nichts, als isomere Modifikationen. Also ähnlich wie die lösliche, gallertartige Kieselerde-Modifikation in die unlösliche, ein weißes Pulver darstellende Modifikation übergeht, so auch verhält es sich mit Schleim und Amylon.

Dasselbe gilt jedoch nicht allein von diesen beiden Materien: Schleim, Lignin, Inulin, Amylon und Moosstärke besitzen sämmtlich dieselbe Elementen-Anzahl, alle sind isomerisch. —

Die Moos- oder Flechtenstärke (Flechtenstärkemehl, Lichenin), welche sich in Flechten, Tangen, besonders aber im isländischen Moose, Cetraria islandica, findet, wird, und das mit Recht, als eine nur geringe Modifikation von Amylon oder gewöhnlicher Stärke betrachtet. Die eingetrocknete Moosstärke stellt eine gummi- oder hornartige, spröde, oft fast schwarze Masse dar; sie ist, wie das Amylon, geschmack- und geruchlos, und löst sich nur wenig in kaltem Wasser, quillt aber damit gallertartig auf. Mit Jod vereinigt sich dieselbe zu einem grünlich-braunen Körper.

Wie man beobachtet, wird zuweilen die ganze Substanz der Flechte durch Jod blau gefärbt, wodurch die große Uebereinstimmung sowohl mit dem Amylon, als mit der Lignine hervorgeht. Letztere Substanz zeigt nämlich Neigung in Stärke überzugehen;

werden befeuchtete Sägespäne, Baumwolle, Leinwand u. dgl. mit Schwefelsäure übergossen, diese aber sogleich wieder abgelassen, so färbt sich die entstandene Masse mit Jod blau.

Uebrigens ist es irrig, einen Unterschied zwischen Zellensubstanz oder Cellulose und Holzsubstanz oder Lignin zu machen; erstere soll die Zellen des Holzes bilden, letztere aber soll die Zellen ausfüllen, sie soll die Hauptmasse des Flachses, Strohs, des Holzkörpers ausmachen. Beide Substanzen aber haben eine und dieselbe Zusammensetzung, sie sind isomer mit Amylon, und nicht allein die s. g. Cellulose.

Und wenn man für das Lignin die Formel: C_{36} H_{18} O_{21}, oder C_{38} H_{14} O_{22}, oder gar C_{35} H_{18} O_{20} (?!) findet, so merke man auf das, was ich früher gesagt. Auch Wöhler ist noch im Ungewissen, er sagt: „Es ist noch ungewiß, ob nicht das, was für isolirte Zellensubstanz gehalten wird, ein Produkt der Einwirkung der angewandten Reagentien ist.“ *)

Gleiche Zusammensetzung mit den bisherigen Verbindungen hat auch ohne Zweifel das Chlorophyll, was wir a priori, was wir mit absoluter Gewißheit behaupten dürften; außerdem, nämlich a posteriori, können wir wegen der bekannten Schwierigkeiten nicht leicht hiervon eine Ueberzeugung erlangen. Zwar ist die Erfahrung die Basis aller Theorie oder Philosophie, d. h. diese setzt jene voraus; allein in vielen Fällen vermögen wir auch, durch Analogie u. s. w. geleitet, ganz a priori eine wahrhafte Erkenntniß der Objekte und der Erscheinungen zu gewinnen.

So dürften wir über die s. g. Zusammensetzung des Chlorophylls aus dessen Verhalten, Bildung u. s. w. entscheiden können.

Wir wissen z. B. mit Bestimmtheit, daß es das Inulin, ja auch in vielen Fällen das Amylon ist, welches sich in das Blatt-

*) Grundriß der Chemie. Th. II. S. 64.

grün verwandelt. So hat Meyen sowohl in Wasserpflanzen, als in Landpflanzen, z. B. in Zanichellia, Vallisneria, Najas, Ceratophyllum, Tradescantia u. a. beobachtet, daß die Amylon-Kügelchen auf ihrer Oberfläche in Chlorophyll übergehen, wenn sie nahe der Blattoberfläche liegen und dem Sonnenlichte exponirt sind. *)

Auch der verdienstvolle Mohl hat in vielen Vegetabilien Amylonkörner in den durch Chlorophyll gefärbten Zellensaft-Kügelchen — den Chlorophyllkügelchen — entdeckt, welche Beobachtungen derselbe in einem besonderen Schriftchen **) niedergelegt hat. Nach den Untersuchungen Meyen's gehen jedoch in den meisten Fällen die Kügelchen mit Jod keine blaue, sondern eine braune oder gelblichbraune Verbindung ein.

Die in den Zellen umherschwimmenden Chlorophyllkügelchen sind es nun, welche der Pflanze die grüne Farbe ertheilen. Je tiefer die Farbe der Kügelchen, und je größer die Anzahl derselben, desto dunkler erscheint die Pflanze.

Das Chlorophyll ist das Princip aller übrigen Pflanzenfarben. Je nachdem dasselbe seine Eigenthümlichkeit ändert, werden hiermit die unterschiedensten Farbstoffe gesetzt. Die grüne Farbe der Blätter z. B. sehen wir im Herbste in eine gelbe, wie sehen sie auch in eine rothe oder braune sich umwandeln.

Das Licht zeigt sich bei diesen Farben-Metamorphosen wieder als ein nur Vermittelndes. Pflanzen, welche von allem Lichteinflusse ausgeschlossen sind, treten freilich mit einer blassen, gelblichweißen Farbe auf, es wird kein Chlorophyll gebildet; werden aber solche s. g. bleichsüchtige Pflanzen dem Sonnenlichte ausgesetzt, so findet, und zwar an heißen Tagen, schon in kurzer Zeit Ver-

*) Neues System der Pflanzenphysiologie. Bd. I. S. 193. Bd. II. S. 275.

**) Untersuchungen über die anatomischen Verhältnisse des Chlorophylls.

wandlung der Zellensaftkügelchen in Chlorophyll statt. *) Dennoch ist das Licht der Sonne nur ein vermittelndes Moment hierbei. Es ist bekannt, daß selbst bei dem Licht oder der Flamme einer Kerze die grüne Färbung in bleichsüchtigen Pflanzen zum Vorschein kommt. Aber wissen wir nicht, daß gewisse Vegetabilien selbst in der Tiefe des Meeres, also entfernt von aller directen oder unmittelbaren Einwirkung des Sonnenlichts, in grüner Farbe erscheinen? Und sehen wir nicht auch ganz im Innern von Pflanzen diese Färbung hervortreten? Der vegetabilische Organismus muß sich in einem gewissen Zustande der Thätigkeit befinden, oder er muß hierin versetzt werden, sei dies nun wodurch es wolle, und es wird die Entstehung der grünen Farbe, die Bildung des Chlorophylls bewirkt. Es ergibt sich also auf eine unzweifelhafte Weise, daß die Entstehung der grünen Farbe der Pflanzen oder Pflanzentheile von mehreren Einflüssen, nicht allein von kosmischen, auch von irdischen oder tellurischen abhängig ist.

Auch die Bildung des Xantophyll's, Erythrophyll's u. s. w. ist zunächst von einem gewissen Zustande des Vegetabils abhängig. Je nach den individuellen Verhältnissen gehen aus dem Chlorophyll die unterschiedensten Farbstoffe in den mannigfaltigsten Nüancen hervor, und zwar bald in Form von Kügelchen, bald im gelösten, im individualitätslosen Zustande erscheinend.

Aber nicht immer ist es das schon längere Zeit in Kugelgestalt existirt habende Chlorophyll, welches eine Metamorphose

*) Sobald die grüne Farbe erschienen, findet auch Zersetzung der Kohlensäure statt, deren Sauerstoff nach Fixirung des Kohlenstoffs ausgehaucht wird. Außerdem hat bei den bleichsüchtigen Pflanzen, wie auch bei den rothen und gelben Blättern im Herbste keine Exhalation von Sauerstoffgas statt. Ja diese Exhalation hört schon auf, wenn die Blätter eben im Absterben sind, einerlei, ob sie schon eine Farbenveränderung erlitten haben, oder nicht.

in andere färbende Principien entweder: es ist auch das Jambin, welches unter gewissen Verhältnissen, ohne zuvor als Chlorophyllkügelchen aufzutreten, sich sogleich in den bestimmten Farbestoff umwandelt. So finden wir denn in den Zellen vieler Pflanzen Chlorophyllkügelchen in einer rothen Flüssigkeit schwimmen, welcher gefärbte Zellensaft später wieder unter Zurücklassung des Chlorophylls verschwindet.

In den Blumenblättern, welche sämmtlich im Zustande ihres Geschlossenseins grünlich erscheinen, nimmt das Chlorophyll während der Entfaltung derselben bald in Folge der besonderen Structur und somit verschiedenen Lebensäußerung eine andere Färbung an; ja es treten auch wohl an einer und derselben Corolle die unterschiedensten Farben hervor. Denn je nach den anatomischen und physiologischen Verhältnissen der Zellen wird, da sonach die Lebensthätigkeit verschieden, das eingeschlossene Flüssige oder auch schon Individualisirte bald in diesem, bald in jenen Stoff umgebildet.

Die Entstehung der Farbstoffe, z. B. des Xantophyll's u. s. w. aus dem Chlorophyll durch chemische Bindung oder Entziehung von Wasser und dergl. mehr zu interpretiren, ist falsch. Wohl liegen Thatsachen vor, aus welchen wir ersehen, daß durch den Zutritt von Wasser eine Farbenveränderung bewirkt wird. So z. B. das schwarze Kupferoxyd, welches bei seiner Verwandlung in Hydrat blau wird, und umgekehrt, wenn wir die Auflösung von Kupferoxydhydrat erhitzen, die blaue Flüssigkeit unter Ausscheidung des Hydratwassers schwarz wird. Ferner wissen wir, daß das schwarze Eisenoxydul als Hydrat weiß erscheint, daß das grünliche Kobaltoxydul ein rosenrothes, das braunrothe Cadmiumoxyd ein weißes Hydrat hat u. s. w., während wieder andere Oxyde, wie das Zinkoxyd, Nickeloxydul, bei ihrer Verwandlung in Hydrat, keine Aenderung in der Farbe erleiden, denn das Zinkoxyd und dessen Hydrat stellen weiße, das Nickeloxydul und Nickeloxydul-

hydrat aber grünliche Körper dar. Je weniger intensiv die Neigung des Oxyds zum Wasser ist, um so geringer scheint die Farbendifferenz zwischen dem Oxyd und dessen Hydrat zu sein.

Daß nun aber die Farbenbildung der pflanzlichen Gebilde nicht durch Aufnahme oder Abscheidung von Wasser, auch nicht durch Säuren und Basen lediglich bedingt wird, dürfte wohl kaum zu erwähnen sein.

Die Farbenverschiedenheiten im Pflanzenorganismus werden durch nichts Anderes, als durch die bloße Aenderung des Farbestoffs in seiner Cohäsion und spec. Schwere hervorgerufen, und zwar veranlaßt durch die veränderte Lebensthätigkeit, oder durch das besondere Zellenspannen.

Mit der Veränderung oder Aufhebung der spec. Cohäsion und Schwere ist zugleich eine Aenderung der Farbe gesetzt. *)

---

*) Es ist höchst wahrscheinlich, daß das Chlorophyll, das Erythrophyll, Xantophyll, Anthokyan, Anthoxanthin, dann der Farbstoff der Beeren u. s. w. sämmtlich mit dem Amylon u. dgl. isomer sind. Wie wir dieselbe durch chemische Agentien in ihrer Farbe verändern, so die Pflanze durch ihre dynamische Infektion, vermittelt durch das Licht der Sonne, durch die atmosphärischen Einflüsse u. s. w.

Wir können außerdem, wie bekannt, eine Rose abwechselnd weiß und wieder roth erscheinen lassen, wenn wir sie der Einwirkung der schwefligen Säure, dann wieder der der Salzsäure, Schwefelsäure, des Chlorwassers u. s. w. aussetzen. Aber es geschieht dies nicht dadurch, daß, wie man sagt, die schweflige Säure mit den Pigmenten farblose Verbindungen erzeuge, welche durch die stärkeren Säuren wieder zersetzt, also wieder hergestellt werden, sondern es wird durch die Infektion der schwefligen Säure blos die Cohäsion verändert, und zwar hier vermindert.

Nicht hierher gehören die übrigen Farbstoffe, wie der Indigo, das Sandelroth, Berberin, Alizarin u. s. w. Wir können also nicht mit Liebig sagen: „nur das Ammoniak kann es sein, aus dem sich die blauen und rothen Farbstoffe in den Blumen bilden" (l. c. pag. 75).

So ist es bekannt, daß das weiße Zinkoxyd, wie auch das rothe Queckſilberjodid beim Erhitzen in gelbe Körper verwandelt werden, daß das weißeſte aller Metalle, das Silber, im Zuſtande höchſter Zertheilung eine vollkommen ſchwarze Farbe zeigt; denn dieſe Subſtanzen treten jetzt in ein anderes Verhältniß zum Licht, ſie erſcheinen ſomit nothwendig in einer anderen Farbe. Denn Farbe iſt nichts, als das Verhältniß von Licht und Dunkel, oder, wie Goethe ſpricht, das Verhältniß von Licht und Nichtlicht. (Die Goethe'ſche Farbenlehre, welche die allein wahre iſt, vermögen unſere Naturforſcher immer noch nicht zu erfaſſen. Vergleiche meine ſpecul. Einl. zur Chemie).

Die Blumenblätter gewiſſer Pflanzen, wie die des **Hibiscus mutabilis, Hedysarum maculatum** u. ſ. w. durchlaufen während der verſchiedenen Tageszeiten mehrere Farben; es zeigen dieſelben alſo große Empfänglichkeit für die Temperaturgrade, wodurch ſie bald expandirt, bald contrahirt, d. h. in ihrer ſpec. Cohäſion modificirt werden.

Der Farbenwechſel gewiſſer Thiere, wie der des **Chamaeleon vulgaris**, dann der mehrerer niederen thieriſchen Weſen, iſt ebenfalls blos in einer Expanſion und Contraction begründet.

So wird denn nun auch dem Naturforſcher die Farben-Verwandlung der Vegetabilien vollkommen einleuchtend ſein, welche ſie durch die dynamiſche Infektion gewiſſer mineraliſchen Stoffe erfahren. Es iſt bekannt, daß der Thonboden (**solum argillaceum**) einen Einfluß auf die Pflanzenfarben ausübt; es weiß Jeder, daß die rothen Hortenſien eine blaue Farbe erhalten, wenn man ihrem Erdboden Alaun, Kohle und andere Subſtanzen zuſetzt.

Der Farbenſtoff erleidet in keinem Falle eine Zerſetzung, wie denn überhaupt alle bisherigen Metamorphoſen, welche erörtert wurden, ohne Zerſetzung vor ſich gingen; das Inulin, das Amylon u. ſ. w. wurden nur in ihrer Cohäſion verändert.

Eine Zerſetzung in die Elemente findet erſt bei der Bildung des Traubenzuckers ſtatt.

4) Entstehung des Zuckers.

Wie wir im Vorhergehenden gehört haben, wurde das Amylon mit dem Beginne der neuen Vegetationsperiode durch die gesteigerte Lebensthätigkeit des Vegetabils in Schleim zurückgebildet. Aber wie in diesem Falle die Existenz des Amylons blos geändert wird, so erleidet dasselbe in anderen Perioden eine wirkliche Zersetzung, eine völlige Auflösung in seine Elemente.

Die Thätigkeit des Amylons, welche dasselbe in Folge seiner Auflösungstendenz zeigt, setzt sich in das vorhandene Wasser über, und indem so beide Materien in Beziehung zu einander treten, entsteht ein Kampf zwischen ihnen, wovon das Resultat das gleichzeitige Zersetztwerden derselben ist. Aus den Bestandtheilen beider Verbindungen geht nun eine einzige hervor, nur Ein Körper; denn die Selbstständigkeit der beiden gegenüberstehenden Seiten ist aufgehoben, und zwar in der Weise, daß sämmtliche in Freiheit gesetzten Elemente wieder in Polarität traten und nach Art des organischen Chemismus eine ternäre Verbindung constituirten, so daß also weder das Wasser, noch das Amylon selbst nicht an sich, wie etwa im unorganischen Chemismus das Krystallwasser im Salz, in der neuen Verbindung enthalten ist.

Das aus dem Processe der Vermittlung resultirende Produkt ist nun der Traubenzucker, $= C_6 H_{12} O_6$, aus dessen Zusammensetzung man ersiehet, daß die Umwandlung der Stärke, $= C_6 H_{10} O_5$ (oder auch des Inulin's) in diese Zuckerart auf der Assimilation der Elemente von 1 At. Wasser, $= H_2 O$, beruhet. *)

Bei diesem Processe heben also beide Seiten ihr Dasein auf, und zwar indem sie vor der Vereinigung zu einem einfachen dritten

*) Die Kraft des Vegetabils oder der Organe desselben ist also dieselbe, wie die Infektion der verdünnten Schwefelsäure oder die des Diastas auf das Amylon.

Körper ſelbſt in Zerſetzung übergehen, was, wie wir wiſſen, bei ſolchen Materien, in welchen die Elemente mehr in die Indifferenz zuſammengeſunken ſind, nicht ſo leicht der Fall iſt.

Bei zwei gegen einander chemiſch-polar ſeienden Körpern, z. B. einer Säure und Baſe, tritt Vermittlung derſelben zu einem Ganzen ein, d. h. der Gegenſatz gehet verloren, ohne daß aber dieſer (wenn es nicht etwa eine Waſſerſtoffſäure iſt) zuvor als ſolcher vernichtet wird. Sowohl die Qualitäten der Säure und der Baſe bei ihrer Vereinigung zum Salz, als die des Waſſers und des Amylon's bei der Bildung von Traubenzucker verſchwinden gänzlich, allein in dem Salz ſind Säure und Baſe, oder Metalloïd und Metall, noch als ideelle Pole enthalten, welche bei einer gewiſſen geſetzten Inſektion wieder als reelle hervortreten, wieder zum Fürſichſein (aus dem Anſichſein) kommen, während der Traubenzucker aus der unmittelbaren Vereinigung der Elemente hervorgegangen, daher auch dieſe bei der Auflöſung des Ganzen zuerſt als ſolche zum Vorſchein kommen, und hierauf neue Verbindungen eingehen.

Das Salz beſtehet alſo, müſſen wir ſagen, aus der Säure und der Baſe u. ſ. w., und der Zucker aus Kohlen-, Waſſer- und Sauerſtoff, nicht aber dürfen wir ſagen, daß die beiden concreten Körperlichkeiten aus den genannten Beſtandtheilen zuſammengeſetzt ſeien; denn ſonach wären dieſe, ähnlich wie im Granit der Quarz, Feldſpath und Glimmer, oder der Turmalin, Pinit, realiter vorhanden.

Die Worte Karſten's: „Die Vorausſetzung, daß das Polychreſtſalz aus Schwefelſäure und Kali beſtehe, iſt folglich eben ſo wenig richtig, als die, daß es aus Schwefel, Kalium und Sauerſtoff zuſammengeſetzt ſei" geben keine wahrhafte Befriedigung. *)

*) Philoſophie der Chemie. S. 209.

Denn obgleich die Schwefelsäure und das Kali in dem Salze idealiter oder der Möglichkeit nach enthalten sind, welches der geistreiche Karsten bei diesen Betrachtungen allerdings im Sinne hat, und dieser ideelle Gegensatz sich erst bei der Vernichtung oder Zersetzung des schwefelsauren Salzes verwirklicht: so ist doch das Polychrestsalz das Produkt der Vereinigung der Schwefelsäure mit dem Kali; nur aus diesem bestimmten Gegensatze resultirt dasselbe, es besteht also auch daraus. Nicht aber können wir sagen, daß unser Salz aus Schwefel, Kalium und Sauerstoff bestehe; denn würden sich diese drei Elemente unmittelbar mit einander chemisch verbinden (können), es würde wahrlich kein Polychrestsalz in die Erscheinung treten.

Auch würde dieses Salz nicht zur Erscheinung kommen, wenn das Kalium sich mit dem hypothetischen Sulfan (SO_4) vereinigte, und so das Kaliumsulfanid ($Ka + SO_4$) darstellte. *)

Weshalb die concreten chemischen Verbindungen, die Salze, zuerst in die näheren Bestandtheile zerfallen, ist darin begründet, weil Säure und Basis mehr als solche hervortreten, als die Elemente derselben. Glühen wir z. B. kohlensauren Kalk, so zerfällt derselbe in entweichende Kohlensäure und in zurückbleibende Kalkerde; diese und die Säure aber erleiden durch diese Infektion keine weitere Zersetzung. Und warum nicht? weil die Qualitäten des Metalls oder Metalloïds und des Sauerstoffs mehr als solche aufgehoben, mehr in die Indifferenz zusammengesunken sind, oder, wie man gewöhnlich sagt, weil hier der Sauerstoff stärker gebunden ist. Zu ihrer Zersetzung ist daher eine intensivere Kraft nothwendig; es ist das Kalium, durch welches sowohl der

*) Ueber die Verkehrtheit dieser neuen Ansicht, über die Constitution der Salze (vergl. Graham, Lehrbuch der Chemie. Bd. I. S. 326 ff.), will ich mich hier nicht aussprechen.

Kohlensäure, als dem Calciumoxyd (Kalkerde) der Sauerstoff entzogen werden kann. *)

In dem organischen Chemismus ist es anders; denn hier treten, indem von Außen ein Geist der Differenz in die organische Substanz gesetzt wird, sogleich die Elemente hervor, eben weil diese, ohne durch die Polarität hindurch gegangen zu sein, sich unmittelbar zu dem Concreten vereinigt haben.

Ehe daher das Amylon eine Umwandlung in Traubenzucker erfährt, wird dasselbe zuvor vollständig in seine Elemente aufgelöst; ohne diese Auflösung findet die Assimilation der Wasser-Elemente nicht statt.

So wissen wir nun, auf welche Weise der Traubenzucker (Stärkezucker, Fruchtzucker, Glycose, Harnruhrzucker), welcher außer den Trauben, worin er in größter Menge enthalten, auch in den Pflaumen, Feigen und vielen anderen Früchten vorkommt, sein Dasein findet.

---

*) Also je weniger die Bestandtheile zur Indifferenz zusammengesunken, um so größer ist die Zersetzbarkeit der Körper. Die weniger concreten, oder wie man gewöhnlich, und zwar mit Unrecht, sagt, die am einfachsten zusammengesetzten Verbindungen zeigen die größte Beständigkeit. Der Gegensatz, die Polarität z. B. zwischen Mangan und Sauerstoff, ist größer, als zwischen Manganoxydul und Sauerstoff; daher die leichtere Zersetzbarkeit des Mangansuperoxyds und der Mangansäure ꝛc. Der hinzugetretene Sauerstoff in letztern Verbindungen ist mehr als solcher hervortretend, als der im Oxydul. Je geringer das Einheitsstreben, desto größer die Zersetzbarkeit, oder je größer die Anzahl der Atome, desto geringer die Beständigkeit. (Dies gilt aber nur vom unorganischen Chemismus.) Alles dies aus genanntem Grunde; nicht aber nimmt, wie Liebig (a. a. O. S. 219) sagt, die Veränderlichkeit oder leichte Zersetzbarkeit mit der Zusammengesetztheit deßhalb zu, weil mit der Anzahl der Atome die Richtungen sich vervielfältigen, in denen ihre Anziehung thätig ist.

Bei dem Austrocknen dieser Früchte wird der Zucker zum Theil nach Außen geführt, er tritt dann auf der Oberfläche derselben in Form von Krystallen, als mehliger Ueberzug auf.

Der im Nectar der Vegetabilien sich befindliche Zucker ist ebenfalls Traubenzucker; er wird hier in den Nectarien, gewissen Drüsen der Pflanzenblüthen gebildet. *)

Es ist der Traubenzucker auch im Honig enthalten, und er ist der Zucker der zuckerigen Harnruhr (Diabetes mellitus). **)

Aus der Zersetzung des Traubenzuckers resultirt nun höchst wahrscheinlich der Rohrzucker, $= C_6 H_{10} O_5$, und wohl nicht umgekehrt. In dem Momente, wo der Traubenzucker in den Zellen gewisser Gewächse in die Existenz tritt, wird auch dieser durch die fortgesetzte Infektion wieder aufgehoben, d. h. der Proceß wird mit dem ersten Produkte nicht unterbrochen. Es zerfällt der Traubenzucker in seine Bestandtheile, und es beginnt die Bildung von Wasser und Rohrzucker. Dieser enthält also die

---

*) Der Nectar ist nicht in allen Pflanzen ganz derselbe. Außer Traubenzucker enthält er, je nach der Pflanze, verschiedene Materien; denn bald findet man darin unorganische Salze, bald organische Säuren, Oele u. s. w. Die Nectar-Absonderung ist in manchen Pflanzen sehr bedeutend.

**) Von diesem Vorkommen ist die Benennung Harnruhrzucker herrührend. Die übrigen Bezeichnungen sind ebenfalls leicht abzuleiten. — Ob aber der Traubenzucker im Harn bei dem Diabetes lediglich aus Amylon entsteht, wäre ein Gegenstand der Untersuchung; wir wissen, daß auch aus anderen Materien, z. B. aus Salicin Traubenzucker erzeugt wird, und zwar neben Saliretin, indem das Salicin mit verdünnter Schwefelsäure erwärmt wird. In den meisten Fällen entsteht der Traubenzucker aus Stoffen, welche die Elemente: $C_6 H_{10} O_5$ enthalten; daher auch die Entstehung des Traubenzuckers aus Papierschnitzel oder Sägespänen (Lignin) durch Behandlung derselben mittelst Schwefelsäure.

Bestandtheile des Traubenzuckers minus den Elementen von 1 At. Wasser.

Ungeachtet dieser Differenz beider Zuckerarten in ihrer Elementenanzahl, stehen sie hinsichtlich ihrer Eigenschaften doch nicht so weit von einander, als der Rohrzucker und das Amylon.

Der Traubenzucker ist wesentlich fast identisch mit dem Rohrzucker, er ist nur in Wasser langsamer und weniger löslich, und von minder süßem Geschmacke als der Rohrzucker. Die Solution des Traubenzuckers ist weniger dickflüssig, als die der andern Zuckerart, weshalb denn auch diese in schöneren und härteren Krystallen auftritt, als jene Zuckerart, der Traubenzucker.

Beide Arten von Zucker gehen mit Salzbasen Verbindungen ein; es wird jedoch der Traubenzucker bei einem Ueberschuß von Basis und bei Erwärmung bald verändert, es werden die Auflösungen von Kalk- und Baryterde in Traubenzucker bei dem Erhitzen braun.

Sehr verschieden verhalten sich aber der Rohr- und Traubenzucker gegen Säuren und Alkalien. Ersterer wird, wenn er mit concentrirter Schwefelsäure zusammengebracht wird, verkohlt, während der Traubenzucker sich darin auflöst und die Zuckerschwefelsäure bildet. (Es ist dies jedoch eine reine Lösung, keine wirkliche chemische Verbindung, denn schon beim Verdampfen zersetzt sie sich in Säure und Zucker.) Durch Alkalien wird der Traubenzucker in der Wärme in eine schwarzbraune Substanz verwandelt, während sie auf eine Rohrzuckersolution ohne Einwirkung sind. Dieses verschiedene Verhalten muß seinen Grund haben, da ja Alles seinen Grund *hat*, und Alles Grund *ist*. Und worin sind die fraglichen Erscheinungen begründet? Offenbar darin, daß der Rohrzucker mehr den Charakter einer Säure, der Traubenzucker aber mehr den einer Base besitzt. Die Schwefelsäure vereinigt sich leicht mit dem Traubenzucker, das Alkali leicht mit dem Rohrzucker. Zwischen der Schwefelsäure und dem Rohrzucker, dem Alkali und dem

Traubenzucker zeigt sich kein Einheitsstreben, es tritt heftige Reaction ein, es erfolgt Zersetzung.

Das Amylon, überhaupt die Stärkearten, sind von dem Zucker in ihrem Verhalten bedeutend verschieden, obgleich der Rohrzucker ganz dieselbe Zusammensetzung hat wie das Amylon, Inulin u. s. w. Wir sehen also, daß das differente Verhalten der Körper nicht von der Atomen-Anzahl, sondern lediglich von der spec. Schwere und Cohäsion abhängig ist. Mit letzterer Veränderung ist zugleich eine Aenderung des ganzen Wesens, der ganzen Natur des Körpers gesetzt, eben weil die besondere Materiatur durchweg Eine Bestimmtheit, und, wie gesagt, zwischen Innerem und Aeußerem kein Unterschied ist.

Goethe sagt mit Recht:

„Nichts ist drinnen, nichts ist draußen:
Denn was innen, das ist außen."

Die Ansicht Liebig's, nach welcher die Körper ihre Eigenthümlichkeiten in Folge einer anderen Lagerung der Atome ändern, ist nach dem heutigen Standpunkte der Chemie keiner ferneren Beachtung würdig, sie gehört der Zeit der Vergangenheit an. Auch sind die Atome weder von Liebig u. a. Chemikern, noch selbst von Leukippos und Demokritos empirisch nachgewiesen; es sind die Atome also gar nichts Empirisches, sie sind nichts, als bloße Erdichtungen des mechanischen Verstandes. Gesetzt auch, es seien wirklich Atome vorhanden, so würden wahrlich, möchten sich dieselben lagern oder ordnen wie sie nur wollten, keine solche Verschiedenheiten der Körper in Hinsicht der extensiven und chemischen Eigenschaften daraus hervorgehen. Das Ganze, die Atome selbst müssen vielmehr eine Veränderung erleiden.

Wir dürfen durchaus nicht mehr mit Liebig sagen: „Das bloße Verhalten in der Lage, wo sich die Atome eines Körpers

befinden, macht, daß uns viele Körper in anderen Zuſtänden mit anderen Eigenſchaften begabt erſcheinen, als ſie nach ihren natürlichen Anziehungen beſitzen. Geſchmolzener und raſch erkälteter Zucker und Glas ſind durchſichtig von muſchlichem Bruch, beide bis zu einem gewiſſen Grade elaſtiſch und biegſam; der erſtere wird beim Aufbewahren matt und undurchſichtig und zeigt alsdann im Bruche regelmäßige Spaltungsflächen, welche dem kryſtalliſirten Zucker angehören; das Glas nimmt dieſen Zuſtand an und wird weiß und undurchſcheinend, hart, ſo daß es am Stahle Funken gibt, wenn es lange Zeit hindurch bei einer hohen Temperatur im weichen Zuſtande erhalten wird. Offenbar beſaßen die Atome der beiden Körper, in dieſen verſchiedenen Zuſtänden, verſchiedene Lagen, in dem erſteren war ihre Anziehung nicht in den Richtungen thätig, in denen ihre Cohäſionskraft am ſtärkſten war." *) Daß der Aragonitkryſtall beim Erwärmen zu einem Haufwerk von Kalkſpathkryſtallen zerſpringt, ſoll nach Liebig (l. c. pag. 215) ebenfalls darin begründet ſein, daß die Atome des Aragonits (welcher ebenſo wie der Kalkſpath kohlenſaure Kalkerde iſt) ſich auf eine andere Weiſe ordnen. **)

---

*) l. c. pag. 214.

**) Daß dem aber nicht ſo ſei, beweiſt eben die größere Härte und ſpec. Schwere des Aragonits, und dieſes kann durchaus nicht in dem verſchiedenen Geordnetſein der Atome ſeinen Grund haben. Es zerſpringt vielmehr der Kryſtall nach anderen Durchgangsrichtungen. — Die Kryſtalle entſtehen außerdem aus der Flüſſigkeit, indem ſich dieſe in mikroscopiſche Kügelchen dirimirt, und dieſe ſich dann durch immanente Thätigkeit je nach der Natur formen. Das Kügelchen ſtrebt zur weiteren Erſtarrung (Bildung, denn alles Bilden iſt ein Erſtarren) in ſich; aber es macht ſich zugleich die Polarität geltend, es bilden ſich poſitive und negative Pole. Durch die Bildung der Pole entſtehen die Achſen, und aus dieſen ergeben ſich nothwendig die Flächen. Durch

Von faſt allen Chemikern und Phyſikern wird dieſe nichtige Atomenlehre immer noch, und zwar mit großer Vorliebe feſtgehalten. *)

äußere Verhältniſſe werden aber oft bedeutende Modifikationen hervorgerufen.

In mehreren Mineralien zeigt ſich die polare Thätigkeit noch. Der Borazit wird durch Erwärmen polar-elektriſch, und zwar hat derſelbe vier elektriſche Achſen. Auch der Topas und Turmalin werden durch Erwärmung polariſch-elektriſch, ja der Galmei iſt bei gewöhnlicher Temperatur continuirlich elektriſch. Das Fahlerz, welches, wie der Borazit, zweifach dreigliedrig vierſtrahlig iſt, iſt nicht polariſch-elektriſch! —

*) So heißt es in Graham's Lehrbuch der Chemie. Bd. I. S. 241: „Obgleich es den Anſchein hat, daß die Materie in vielen Fällen ſo ſehr zertheilt und zerkleinert werden kann, daß ſie unſerer Wahrnehmung entgeht, ſo iſt es doch möglich, daß ſie nicht unendlich theilbar iſt, ſondern daß es eine Grenze für die fortgeſetzte Zertheilung oder Zerſchneidung ihrer Theile gibt, eine Grenze, welche ſich durch das Experiment ſchwierig oder gar nicht erreichen läßt, welche aber demungeachtet vorhanden iſt. Die Materie wird daher zuſammengeſetzt ſein aus kleinſten Theilen, welche nicht ferner theilbar ſind, und die wir deshalb Atome nennen.“ Ferner ſagt Prof. Eiſenlohr in ſeinem Lehrbuche der Phyſik. §. 20: „Die Theilbarkeit der Körper geht nach mathematiſchen Begriffen bis in's Unendliche; es iſt aber deshalb nicht nothwendig anzunehmen, daß auch die phyſiſche Theilung ſo weit müſſe getrieben werden können. Auch ſcheint die Erfahrung darauf hinzudeuten, daß die Atome keine Zerbrechung und keine Verwandlung erfahren.“ (So ſagen alle übrigen Phyſiker.) — Die Materie iſt nun, ſage ich, allerdings in's Unendliche theilbar, d. h. aber, ſie iſt theilbar bis zum Nichts des Raums. Uebrigens die Materie aus Atomen zu conſtruiren, iſt, wie früher erwähnt, eine Thorheit. Denn was hilft es, wenn wir den Raum aus Theilchen zuſammenſetzen? Sind nicht dieſe Theilchen, dieſe Atome wieder Räume? Und weshalb ſollen die Atome keine

Aber bevor dieſe Nichtigkeit nicht erkannt wird, iſt an eine Einſicht in die Proceſſe des lebendigen Organismus durchaus nicht zu denken, weshalb ich nicht zu viel gethan, wenn ich mich über die Atomenlehre an dieſem Orte etwas ſpeciell ausgelaſſen habe.

Zerbrechung- und Verwandlung erfahren? Iſt nicht die Materie ſtets daſſelbe, gleichviel, ob ich einen Centner, oder ein Milligramm davon nehme? Alſo das kleinſte Theilchen, das Atom, iſt eben ſowohl theilbar, als eine Handvoll Materie, freilich iſt erſteres in der Wirklichkeit nicht auszuführen. Wie man nur den Raum ſetzt, ſo iſt ſchon darin enthalten, das er theilbar ſei. Und wie weit iſt das Atom theilbar? Bis zum Nichts der Materie. — Uebrigens möge man den Atomen nicht das Prädikat „unendlich klein" beilegen (was freilich Liebig eingeſehen, a. a. O. S. 219); denn unendlich klein heißt, daß die endliche Größe negirt ſei, und das iſt dann das Nichts der Materie. Und aus der Zuſammenſetzung vieler Nichtſe wird man denn doch wohl die Körperlichkeiten nicht hervorgehen laſſen wollen. Daher iſt es denn auch eine Unwahrheit zu ſagen: die Linie entſtehe aus der Bewegung eines Punktes, oder der Punkt beſchreibe die Linie; denn aus Nichts kann nie Etwas werden. Wohl kann die Linie aus dem Punkte hervorgehen, d. h. aber durch das Bewegen oder Uebergehen des Punktes in ſein erſtes Andersſein. Obgleich man nun zugibt, daß der Punkt nichts Ausgedehntes ſei, ſo wird derſelbe doch in der Mathematik als ein Ausgedehntes gedacht; aber wie kann da noch von einem Punkte die Rede ſein? Ebenſo nichtig iſt es denn auch, den Kreis als ein Polygon zu betrachten, d. h. ihn aus unendlich kleinen geraden Linien zu conſtruiren, weil erſtlich der Ausdruck „unendlich klein" die Sache unmöglich macht, und weil zweitens das Zuſammen von geraden Linien nie den Kreis gibt, ſondern nur eine Annäherung. In jedem Theil des Kreiſes iſt vielmehr die Negation der geraden Linie geſetzt. Das Uebergehen der einen Linie, z. B. der geraden in die krumme, heißt alſo das Aufheben der geraden, und umgekehrt. Alſo weder die kreisförmige, noch die paraboliſche, elliptiſche und hyperboliſche Linie kann als ein Zuſammen von geraden Linien gedacht werden.

Die Aenderung der Cohäſion und ſpec. Schwere, wie die Zerſetzung der Körper, iſt nun, wie ſchon aus dem Vorhergehenden erhellt, durch beſtimmte äußere Verhältniſſe bedingt. Je nach der Stärke der Kraft des Vegetabils oder deſſen Organe finden die verſchiedenſten Metamorphoſen ſtatt. Zur Erzeugung und Erhaltung von Zucker ſind andere Bedingungen erforderlich, als zur Bildung von Amylon, von Säuren, Oelen u. ſ. w. Das Vorkommen der organiſchen Verbindungen, der verſchiedenen Säuren, Baſen, indifferenten Stoffen, iſt daher meiſt auf beſondere Pflanzen-Genus oder -Species beſchränkt.

Daß dieſes ſo ſei, wird einestheils wohl zugegeben, denn es ſagt z. B. Lorenz in ſeinem Grundriſſe der Mathematik. §. 243: „Da die in und um einen Kreis beſchriebenen Polygone den Kreis freilich nie ganz erreichen, ihm jedoch ſo nahe gebracht werden können, daß der Unterſchied kleiner iſt, als jede beliebige Größe, ſo nennt man den Kreis die Grenze dieſer Polygone, und faßt die obigen Begriffe in den Ausdruck: der Kreis ſei ein Polygon von unendlich vielen Seiten.“ Wenn aber erſt zugegeben wird, daß die Polygone den Kreis nie ganz erreichen, wie kann man alsdann letzteren Satz aufſtellen? Und wenn das Polygon unendlich viele Seiten haben ſoll, welche Größe käme dann heraus? — Alle dergleichen irrige Ausdrücke und Redensarten müſſen aus der Wiſſenſchaft verbannt werden. Und daher dürfte auch in der Differenzial- und Integralrechnung der Ausdruck „unendlich klein“ entfernt werden, um nicht mehr von Vergleichung der unendlich kleinen Theile zu reden. Es wollen daher auch die übrigen Chemiker die Atome nicht unendlich klein bezeichnen! Was dabei herauskommt, war ich bemüht in dem Dargelegten zu verſinnlichen. Ja, die Chemiker und Phyſiker wollen auch die Atome ſelbſt aus ihren Gedanken entfernen; ſie wollen nicht mehr von „Atomen,“ von der „Theilbarkeit in's Unendliche“ und von dem „unendlich Kleinen“ reden. Was dabei herauskommt, habe ich gezeigt! Andere Worte gegen die Atomenlehre ꝛc. ſind in Karſten's „Philoſophie der Chemie“ zu finden.

So iſt es z. B. vorzüglich das Zuckerrohr, Saccharum officinarum, die Runkelrübe, Beta Cicla, der Zuckerahorn, Acer saccharinum, dann Acer campestre, A. Negundo, A. dasycarpum, A. Pseudoplatanus, A. platanoides u. ſ. w., in welchen der Rohrzucker in gewiſſen Perioden ſeine Exiſtenz findet und erhält. In allen dieſen Bäumen findet man im Frühjahre in dem aufſteigenden Saft einen nicht unbedeutenden Gehalt an Rohrzucker. Faſt alles Amylon wird jetzt in Zucker verwandelt.

Der Zuckergehalt des Ahornſaftes vermindert ſich, ja er verſchwindet mit der Entwickelung der Knospen, Blätter und Blüthen. Denn mit der Aenderung der Lebensäußerung (der Aenderung der Organe) werden nothwendig auch die Proceſſe modificirt. Auch in dem Zuckerrohr tritt mit dem Blühen deſſelben eine Verminderung des Zuckers ein. In der Wurzel der Runkelrübe beginnt der Proceß der Zuckerbildung erſt nach der völligen Ausbildung der Blätter. Später tritt dann, wie häufig beobachtet worden, eine Zeit ein, wo ſämmtlicher Zuckergehalt verſchwindet; nur Syrup findet man jetzt noch. *)

Das ſpec. Gewicht des Runkelrübenſaftes iſt übrigens von der Beſchaffenheit des Bodens und den meteorologiſchen Verhältniſſen abhängig; denn hierdurch wird die Lebensäußerung der Pflanze beſtimmt.

Stets iſt der Zucker in den Wurzeln der Runkelrüben, wie in dem Zuckerrohr und den Ahorn-Arten in den Zellen des Parenchyms im gelöſten Zuſtande enthalten. —

---

*) Man darf ſich alſo mit dem Herausreißen der Runkelrüben aus dem Boden nicht verſpäten. Dieſe Zeit iſt in den verſchiedenen Klimaten nicht dieſelbe. Man ſoll ſie ſtets einernten, wenn die dicken Blätter derſelben eine gelbe Färbung annehmen. Vergl. übrigens Bley, die Zuckerbereitung aus Runkelrüben. S. 23. Köhler, die Chemie in techniſcher Beziehung. S. 241.

Den Hauptbestandtheil des erwähnten Syrups bildet der nicht krystallisirbare zerfließliche Zucker, — das Caramel = $C_{12} H_{18} O_9$. Derselbe entsteht aus dem Rohrzucker unter Bildung von Wasser.

$$2 C_6 H_{10} O_5 = C_{12} H_{18} O_9 + H_2 O.$$

Unter anderen Aeußerungen des vegetabilischen Lebens metamorphosirt sich der Rohrzucker in Mannazucker oder Mannit = $C_6 H_{14} O_6$. Mit dem Rohrzucker werden 2 At. Wasser in ihre Elemente zersetzt (die Infektion ist also größer, als bei der Bildung von Traubenzucker), welche Elemente minus 1 At. Sauerstoff mit den Zucker-Elementen den Mannit constituiren.

$$C_6 H_{10} O_5 + 2 H_2 O = C_6 H_{14} O_6 + O.$$

Wir haben also hier, wie bei der Schleimbildung aus kohlensaurem Wasser, eine Metamorphose unter Sauerstoffgas-Entwickelung.

Die Gewächse, in welchen der Mannazucker auftritt, sind besonders die Manna-Aesche, Fraxinus Ornus und Fraxinus Ornus varietas rotundifolia; sodann erscheint er in geringerer Menge im Safte der Runkelrübe, Beta Cicla, des Sellerie's, Apium graveolens, der Spargel, Asparagus officinalis, im Splint des Lärchenbaums, Abies Larix, u. s. w. Es findet also der Mannit in Pflanzen der verschiedensten Familien, wie in der Familie der Oleineen, der Chenepodeen, der Umbelliferen, der Smilacineen, der Coniferen u. s. w. sein Dasein. In den verschiedensten pflanzlichen Gebilden tritt also in gewissen Perioden ihrer Entwickelung eine gleiche Lebensthätigkeit, eine Aeußerung von gleicher Intensität, und somit derselbe chemische Proceß ein. Die Elementarorgane, in welchen die Verwandlung vor sich geht, können sonach, seien sie auch in ihrer Form u. s. w. höchst verschieden, ganz dieselben Stoffe erzeugen. So wissen wir z. B., daß die Aconitsäure außer Aconitum Napellus auch in Equise-

tum fluviatile vorkommt, erstere Pflanze ist eine phanerogamische aus der Familie der Ranunculeen, die zweite eine cryptogamische aus der Familie der Schachtelhalme.

Also auch Organe von verschiedener Constitution vermögen in gewissen Perioden gleiche organische Produkte zu erzeugen; die Organe, die Zellen besitzen jetzt in den verschiedenen Pflanzen einen gleichen Grad von Lebensenergie. Und ebenso entstehen, wie bekannt, in einem und demselben Organ einer Pflanze in verschiedenen Zeiten ganz verschiedene Verbindungen.

Uebrigens ist es im Allgemeinen wahr, daß jede Pflanze vorzugsweise besondere Stoffe erzeugt.

Wilbrand sagt mit Recht: „Wie die gesammte Vegetation aus der Einheit in die Mannigfaltigkeit der Gebilde hervorgeht, die in der Gestaltung an der eigenthümlichen Form jedes Individuums bis in's Unendliche erscheint: so wird auch das Flüssige in jedem Individuum zu den eigenthümlichen Säften dieses Individuums. Mehrere Pflanzen, die auf demselben Boden stehen, verhalten sich daher in ihren Säften ebenso verschieden, wie die äußere Form dieser Gewächse verschieden ist. Denn jede Pflanze ist die Einheit ihrer Säfte, und ihrer festen Gebilde." *)

Schleiden gehet indessen zu weit, wenn er sagt: „Die Physiologen wissen durch ihre Anatomie, daß weder Blatt noch Stengel als solche Oel oder etwas Anderes bilden, sondern daß nur einzelne Zellen diese Stoffe bilden und enthalten; ob diese nun im Blatt liegen oder im Stengel, ist sehr gleichgültig (die Thätigkeit der Zelle ist aber im Blatt eine ganz andere, als im Stengel u. s. w., eben weil die Umgebung der Zelle in dem Blatt und dem Stengel eine verschiedene ist!). Es kommt eben bei den Processen allein auf die Erforschung des allerkleinsten

*) l. c. pag. 370.

anatomiſchen Theils der Zelle an (nicht allein darauf, auch auf die phyſiologiſchen Verhältniſſe!), denn der Lebensproceß zweier im ſelben Blatte neben einander liegenden Zellen zeigt oft größere Verſchiedenheiten, als die entfernteſten Pflanzen in ihrem ganzen Daſein (dies kommt allerdings da vor, wo mehrere neben einander liegende Zellen eine verſchiedene Form und Lage, und ſomit verſchiedene Spannung zeigen)." *)

So wird es einleuchtend, wie das einemal (und zwar allgemein) die chemiſchen Metamorphoſen in den beſonderen Individuen eigenthümlich, das anderemal in den unterſchiedenſten Vegetabilien ganz dieſelben ſind, und wie alſo in unſerem Falle das Vorkommen des Mannits ſich auf Pflanzen verſchiedener Familien erſtreckt, obgleich jedoch in der Manna-Aeſche die Bildung und Abſonderung deſſelben vorzugsweiſe ſtattfindet.

Es macht daher der Mannit den Hauptbeſtandtheil der Manna, des eingetrockneten Saftes von Fraxinus Ornus, aus. Außer dem Mannit enthält die Manna eine geringe Menge von Rohrzucker und einen beſonderen Extractivſtoff.

Der Mannazucker zeigt ſich von den gewöhnlichen Zuckerarten vorzüglich darin verſchieden, daß er nicht gährungsfähig iſt; übrigens ſchmilzt er, wie der Traubenzucker, bei 100° (der Rohrzucker bei 160°) und beſitzt einen angenehm ſchwach ſüßen Geſchmack. In Waſſer iſt er leicht löslich und leicht daraus kryſtalliſirbar.

Etwas verſchieden verhalten ſich der ſ. g. Pilzzucker, enthalten in dem Mutterkorn, Secale cornutum, und der Süßholzzucker oder das Glycyrrhizin, enthalten in den Wurzeln von Glycyrrhiza glabra und Gl. echinata. Ihre Zuſammenſetzung iſt noch nicht mit Sicherheit ermittelt.

Wir halten uns hierbei nicht länger auf, und gehen über zur Bildung des Eiweißes.

---

*) Herr Dr. J. Liebig in Gießen und die Pflanzenphyſiologie. S. 19f.

5) Entstehung des vegetabilischen Eiweißstoffes.

Der vegetabilische Schleim, als der Grund des Seins der Pflanze, gehet, wenn wir auf das Bisherige zurückblicken, theils in die organische Gestaltung, in das Gefäß- und Zellensystem über, theils, sich zu mikroscopischen Kügelchen formend, in Amylon u. s. w., welches, seine Existenz aufhebend und die Elemente des Wassers sich assimilirend, als Traubenzucker erscheint, theils, wie wir jetzt erkennen werden, indem er ein viertes Element, den Stickstoff des Ammoniaks in sich aufnimmt, in Pflanzen-Eiweiß (Pflanzenalbumin).

Diese Substanz, welche man mit Recht als vegetabilisch-animalisch bezeichnet, besitzt dieselbe Zusammensetzung wie das thierische Eiweiß, nämlich:

Kohlenstoff	55,29
Wasserstoff	7,00
Stickstoff	16,01
Sauerstoff	21,70
	100,00.

Indem in den Organen der Pflanze die Energie des Lebens bis zu dem Grade steigt, wo der Schleim auch mit dem vorhandenen Luftigen, dem Ammoniak und dem Sauerstoff in Konflikt kommt, gehet zunächst aus der Vermittlung der gegen einander gespannten Elemente das vegetabilische Eiweiß hervor. *)

Zu den Elementen von 2 At. Schleim treten 2 At. Sauerstoff und 1 At. Ammoniak, und es entstehet unter Kohlensäure-

*) Liebig spricht von der Entstehung des Eiweißes nichts, er sagt blos (l. c. pag. 168), daß eine weise Einrichtung der Pflanze die merkwürdige Fähigkeit gebe (ich finde hierin nichts Merkwürdiges!), bis zu einem gewissen Grade allen Stickstoff, der ihr dargeboten, in Nahrungsstoff für das Thier zu verwandeln.

und Wasserbildung 1 At. Eiweiß. Daß es wirklich der Schleim ist, welcher sich in die vegeto-animalische Substanz metamorphosirt, gehet auch daraus hervor, daß in vielen Pflanzengebilden, in welchen Eiweiß auftritt, außer Schleim nichts vorhanden ist.

$$2\,C_6\,H_{10}\,O_5 + N_2\,H_6 + O_2 = 5\,H_2\,O + 2\,CO_2 + C_{10}\,H_{16}\,N_2\,O_3.\ *)$$

In Perioden, wo sich das Leben der Pflanze in einem minder hohen Grade ausspricht, oder wo die Kraft derselben mehr erschöpft ist, erfährt das Ammoniak keine Zersetzung, es gehet nicht in den Proceß ein. Daher finden wir den Saft einer großen Anzahl von Pflanzen in gewissen Stadien ihrer Entwickelung reichlich mit Ammoniak erfüllt. Später schwindet es mehr und mehr. Ueberhaupt je energischer das Leben, desto mannigfaltiger die Metamorphosen!

Dieses Vorhandensein des Ammoniaks im Innern der vegetabilischen Gebilde weiset schon darauf hin, daß nur dieses den Stickstoff zur Bildung des Eiweißes liefert, wie denn auch zur Bildung aller übrigen Stickstoff-haltigen Verbindungen, z. B. der organischen Basen, aber nur insofern, als diese aus der Zersetzung des Eiweißes resultiren.

Noch mehr aber wird die Ansicht, daß der Stickstoff der genannten organischen Produkte aus dem Ammoniak stamme, gerechtfertigt, wenn wir im Hinblick auf das in der Einleitung Erörterte uns an die Processe erinnern, in welchen das vorhandene Ammoniak seinen Stickstoff abgab.

Wir wissen, daß die in Lichen dealbatus vorkommende krystallisirbare, süße Substanz, das Orcin, in feuchter Ammoniak-

*) Man setzt das Atom des Eiweißes gewöhnlich viermal so groß.

haltiger Luft ſich in einen ſtickſtoffhaltigen Körper, in das Orcein umwandelt, und zwar unter Waſſerbildung; wir wiſſen ferner, daß die in der Wurzelrinde der Aepfel-, Kirſch- und Pflaumenbäume u. ſ. w. enthaltene, kryſtalliſirbare, bittere Subſtanz, das Phloridzin, $= C_{42} H_{50} O_{20}$, ſich bei Gegenwart von Ammoniak und Sauerſtoff in Phloridzein, $= C_{32} H_{42} N_2 O_{20}$, metamorphoſirt, und zwar unter Bildung von Kohlenſäure und Waſſer. Und ſo ſind noch viele andere Fälle bekannt, wo das Produkt des Proceſſes, wenn organiſche ternäre Körper mit Ammoniak in Wechſelwirkung treten, eine quaternäre Verbindung iſt, welche als viertes Element den Stickſtoff des Ammoniaks in ſich enthält.

Dieſes Verhalten iſt hinreichend, um hieraus Folgerungen für die phyſiologiſche Chemie zu ziehen, d. h. wir können mit Beſtimmtheit behaupten, daß es nur das Ammoniak iſt, welches den Vegetabilien den Stickſtoff liefert.

Es iſt alſo nicht der Stickſtoff der atmoſphäriſchen Luft, welchen die Pflanzen aſſimiliren, denn in dem Stickſtoff, in welchem die Idealität nur in geringem Grade hervortritt, iſt keine Neigung vorhanden, irgend eine Verbindung einzugehen. In einem höheren Grade von Seelenhaftigkeit befindet ſich indeſſen der aus einer innigeren Verbindung, z. B. aus dem Ammoniak, heraustretende oder ſich erzeugende Stickſtoff. In der Natur des Sauerſtoffs ſpricht ſich eine intenſivere Selbſtigkeit aus, er iſt das Princip der Begeiſtung und Befeuerung, während der atmoſphäriſche Stickſtoff ſich als ein ganz Indifferentes darſtellt.

Wir können ſomit mit Liebig ſagen: „Der Stickſtoff in der Luft kann durch die gewaltſamſten chemiſchen Proceſſe nicht befähigt werden (weshalb, habe ich ſo eben wie früher interpretirt!), eine Verbindung mit irgend einem Elemente außer dem Sauerſtoff einzugehen; wir haben nicht den entfernteſten Grund zu glauben,

daß der Stickstoff der Atmosphäre Antheil an dem Assimilationsprocesse der Thiere und Pflanzen nimmt." *)

Und es ist auch der Ammoniakgehalt unserer Erdatmosphäre hinreichend, um sämmtliche organische Gebilde mit Stickstoff zu versehen.

Es bilden sich stets Stickstoff-Verbindungen, wenn Ammoniak im Innern von Pflanzen (und Thieren) in Beziehung zu gewissen ternären Verbindungen tritt. In Fällen aber, wo nicht sämmtlicher Stickstoff des zersetzten Ammoniaks in die neue Verbindung eingeht, entweicht er zum Theil (in ähnlicher Weise wie bei der Bildung des Mannits Sauerstoff frei wird); daher die vorkommende Exhalation von Stickstoff. Der freigewordene Wasserstoff aber bildet mit dem vorhandenen, etwa aus den Intercellulargängen hervortretenden Sauerstoff Wasser, dessen Wasserstoff durch fernere Zersetzung dieses Wassers unter gleichzeitiger Kohlensäurezerlegung als constituirender Bestandtheil von Pflanzenschleim, Pflanzenfaser u. s. w. auftreten kann, so daß also auch in gewissen Fällen das Ammoniak, wenn auch nicht auf directe, so doch auf mittelbare Weise den organischen Verbindungen den Wasserstoff liefert.

Wenn daher der Botaniker Mohl **) frägt, was aus dem Wasserstoff des Ammoniaks werde, so ist die Antwort hierauf die, daß er mit dem Sauerstoff Wasser bilde.

Fortwährend wird der Gehalt an Ammoniak in der Atmosphäre vermindert, fortwährend wird das Ammoniak aber auch wieder erneuert oder ersetzt. Diese Erneuerung wird durch die Fäulniß und Verwesung von Thier- und Pflanzenstoffen bewirkt; alle thierische Excremente entwickeln bei ihrer Zersetzung Kohlen-

*) l. c. pag. 65.

**) Dr. J. Liebig's Verhältniß zur Pflanzenphysiologie. S. 30.

säure und Ammoniak, und auch der im Urin enthaltene Harnstoff gehet in kohlensaures Ammoniak über, welches sich rasch in zweifach kohlensaures Salz verwandelt. *)

Dieses Salz finden wir in allem Regenwasser; durch dieses wird das in der Atmosphäre enthaltene Ammoniak wieder dem Boden, wie auch den einsaugenden Organen der Pflanze zugeführt.

Nicht alles Ammoniak wird indessen den Vegetabilien in Form von kohlensaurem Ammoniak zugeführt; auch in Verbindung mit Salpetersäure wird es, vorzugsweise aber alsdann von den Salpeter erzeugenden Pflanzen, aufgenommen. Spuren von salpetersaurem Ammoniak finden wir immer, namentlich nach einem Gewitter, in dem Regenwasser. Die Salpetersäure wird zum Theil aus dem Stickstoff und Sauerstoff der Luft erzeugt, und zwar bedingt durch das bei der Ausgleichung der elektrischen Wolken hervortretende plötzliche Licht, — den Blitz, zum Theil aber auch aus dem Sauerstoff der Luft und dem Stickstoff des Ammoniaks; in diesem Falle wird Wasser und Salpetersäure gebildet, womit ein anderer Antheil Ammoniak in Verbindung tritt. (Siehe Einleitung: „Metamorphosen unter Ammoniakbildung.")

Auch in gewissen Pflanzen soll aus dem Sauerstoff und dem Ammoniak Salpetersäure erzeugt werden. So in Borago officinalis, Nicotiana Tabacum, rustica, dann in Helianthus- und Chenopodium-Arten u. s. w. In Borago officinalis ist, sagt Lampadius, viel mehr Salpetersäure enthalten, als der Boden geliefert haben kann.

---

*) Das durch Sublimation einer Mischung von Salmiak und Kreide erhaltene s. g. anderthalb kohlensaure Ammoniak ist nichts, als eine Verbindung von doppelt kohlensaurem Ammoniak mit neutralem. An der Luft geht dasselbe in saures Salz über.

Dieſe Pflanzen werden alſo in dem Boden am beſten gedeihen, in welchem ſie ſalpeterſaure Salze finden. Auch werden ſie vor allen anderen Pflanzen der Atmoſphäre das ſalpeterſaure Ammoniak entziehen. *)

Alles Ammoniak, aus welchem die jetzigen Pflanzen ihren Stickſtoff beziehen, iſt das Produkt der Zerſetzung organiſcher Materie; nicht allein das, was wir in der Atmoſphäre, was wir im Schnee- und Regenwaſſer u. ſ. w. finden, ſondern auch das, welches mit heißen Dämpfen aus der Tiefe der Erde ſtrömt. **)

Ammoniak, Kohlenſäure und Waſſer ſind alſo allein die Körper, aus welchen alle organiſchen Beſtandtheile gebildet werden; ſie enthalten die vier Grundelemente des Tellurismus, nämlich: Stickſtoff, Kohlenſtoff, Sauerſtoff und Waſſerſtoff.

Kohlenſäure und Waſſer bieten zuerſt ihre Beſtandtheile zur Entſtehung eines organiſchen, und zwar eines ternären Körpers, des Schleims, dar, aus welcher ternären Verbindung durch das Hinzutreten des Ammoniaks, unter Bildung von Kohlenſäure und Waſſer, eine quaternäre, das vegetabiliſche Eiweiß, entſpringt, — eine in der Pflanzenwelt ſehr verbreitete Subſtanz.

---

*) Das Geſagte dürfte zum Gegenſtand einer genaueren Unterſuchung gemacht werden.

**) Dieſes aus der Erdtiefe ſtrömende Ammoniak ſtammt höchſt wahrſcheinlich von den Ueberbleibſeln jener durch den Plutonismus und Neptunismus vergrabenen organiſchen Weſen. Es wird hier das kohlenſaure Ammoniak, ähnlich, wie bei unſerer Deſtillation im Kleinen aus thieriſchen Subſtanzen, aus Klauen, Knochen, Horn u. ſ. w., erzeugt. Es war alſo dieſes Ammoniak nicht vor allen lebenden Generationen vorhanden, es iſt nicht ein Theil, ein Beſtandtheil des Erdkörpers; denn der Antheil von Ammoniak, welcher ſich in jener Zeit aus zwei Aetherſphären erzeugte, iſt längſt verſchwunden, er lieferte den früheren organiſchen Gebilden den Stickſtoff. Liebig's Anſicht (a. a. O. S. 102) iſt alſo nicht die richtige.

Das Pflanzen-Eiweiß ist in dem Zellensafte der meisten grünen Pflanzen in nicht unbedeutender Menge enthalten, daher wir es auch begreiflich finden, daß die grasfressenden Thiere allein hiervon leben, und sich ernähren können. Aber auch Amylon und andere derartige Substanzen werden bei der Ernährung des Thiers in Eiweiß und Fibrin verwandelt. Dieses ist constatirt, und wir können somit nicht ganz Graham's Worten (l. c. pag. 112) huldigen: „Hieraus ergibt sich, daß der thierische Organismus die stickstoffhaltigen Bestandtheile seiner selbst im Pflanzenreiche schon gebildet antrifft, daß also nur eine Assimilation, nicht eine Erzeugung bei der Ernährung stattzufinden braucht."

Uebrigens ist das Eiweiß in der That sehr allgemein; es ist auch enthalten in allen ölhaltigen, emulsionbildenden Samen, in dem Albumen der Gramineen, in den Cotyledonen der Hülsenfrüchte u. s. w., endlich auch in jedem Milch- und Lebenssafte, *) und zwar in einigen pflanzlichen Organismen, z. B. in dem

*) Der Milchsaft, welcher sich von allen übrigen Säften durch seine Farbe, Consistenz u. s. w. unterscheidet, befindet sich in besonderen Gefäßen, — den Milch- oder Lebenssaftgefäßen. Am allgemeinsten ist der milchweiße Saft, wie in dem Mohne, der Wolfsmilch u. s. w.; dann kommt ein orangefarbiger Milchsaft vor, wie z. B. in dem Schöllkraut (Chelidonium majus); einen röthlichen Milchsaft findet man in Sanguinaria u. a. Der Milchsaft mehrerer Pflanzen enthält als Hauptbestandtheile Eiweiß und Wachs, wie z. B. in dem des Kuh- und Melonenbaumes; in anderen, und zwar den meisten Pflanzen, findet man vorzugsweise Gummi, Harz und Wachs, und in dem Milchsaft anderer Pflanzen wieder hauptsächlich Kautschuck, wie in Siphonia Cahucha, Ficus elastica, Jatropha elastica, Vahea madagascariensis u. a., wiewohl man außerdem das Kautschuck in geringer Menge in sehr vielen Vegetabilien antrifft, wie in den Euphorbiaceen, Papaveraceen, den Syngenesisten u. s. w.

Milchsafte des Kuh- und des Melonenbaumes in so großer Quantität, daß diese Milch als Nahrungsmittel benutzt wird.

Obgleich der Milchsaft in Folge seines Gehaltes an Eiweiß für Menschen und Thiere ein Nahrungsstoff ist, so sind wir dennoch nicht zu der Annahme berechtigt, daß er es auch in dem Grade für die Pflanzen sei, daß er auch in diesen die Rolle eines Nahrungssaftes versehe, wie z. B. Meyen glaubt. *) Soll der Milch- oder Lebenssaft, resp. das Eiweiß desselben, zur Ernährung der Pflanze dienen, so muß er, um in die organische Gestaltung übergehen zu können, eine Verwandlung in Schleim erfahren, was aber gerade in diesen Fällen wohl nicht der Fall ist; es gehet hier das Eiweiß in andere Stoffe, gewöhnlich in solche von bitterem Geschmack über, was nunmehr der Gegenstand einer chemischen Untersuchung sein wird.

Es ist aber indessen durchaus nicht in Abrede zu stellen, daß das Eiweiß in gewissen Perioden wirklich zur Ernährung der Vegetabilien benutzt, daß es in Schleim zurückgeführt werde. So z. B. im Acte des Keimens der Samen. Es findet dieser Rückbildungsproceß statt unter Entbindung von Ammoniak und Kohlensäure, welche letztere Verbindung durch den hinzutretenden Sauerstoff erzeugt wird.

$$C_{19}\ H_{16}\ N_2\ O_2 + O_{10} = N_2\ H_6 + 4\ CO_2 + C_6\ H_{10}\ O_5.$$

Im animalischen Organismus muß umgekehrt der Schleim, das Amylon u. dgl. in Eiweiß verwandelt werden, um zur Ernährung zu dienen, d. h. um in Fibrin oder in die organische Gestaltung übergehen zu können.

Also sowohl durch die Kraft der Pflanze, als durch die des Thiers, d. i. durch die Wirkung der Lebendigkeit, wird das Eiweiß

*) l. c. Bd. II. pag. 408 ff.

erzeugt. Jedoch gehet dieſes erſt im Thiere in die Organiſation über; in der Pflanze dagegen der Schleim.

Es iſt alſo in Wahrheit das vegetabiliſche Leben, obgleich ſchon hier das Eiweiß in die Erſcheinung tritt, und hierin der Uebergang der Vegetation in die Animaliſation ſich ausdrückt, die Einheit dreier Elemente, und erſt in der animaliſchen Natur hebt ſich die Triplicität der Elemente auf in die Quadruplicität, erſt hier gehen ſämmtliche Grundelemente des Tellurismus in die Organiſation oder organiſche Geſtaltung über, und hierin erreicht die Natur in der Geſtaltung ihre Spitze und Vollendung!

In der Pflanzenwelt ſchon ſpricht ſich alſo die Tendenz zur Animalität in der Bildung des Eiweißes, in der Bildung eines vegeto-animaliſchen Stoffes aus.

In Wahrheit iſt auch das Verhalten des Pflanzeneiweißes dem des thieriſchen Eiweißſtoffes ganz analog. Beide haben zwei Zuſtände, einen löslichen und einen unlöslichen; beide gehen durch Erhitzen in den unlöslichen coagulirten über; auch durch Säuren, Alkohol u. ſ. w. werden beide coagulirt gefällt, u. ſ. w.

Wie in der Thierwelt ein Thiercaſeïn auftritt, ſo in der Welt der Vegetabilien ein Pflanzencaſeïn (Legumin); beide verhalten ſich ganz analog, beide haben mit dem Eiweiß einerlei Zuſammenſetzung. Das Pflanzencaſeïn ſcheidet ſich aus einem wäſſerigen Auszuge von Hülſenfrüchten bei dem Eindampfen der Löſung in Form von durchſcheinenden Häutchen ab. So auch verhält ſich das Thiercaſeïn, u. ſ. w.

Ganz übereinſtimmend mit dem Thierfibrin iſt auch das Pflanzenfibrin.

Eine Verbindung von Pflanzenfibrin mit Pflanzenleim iſt der ſ. g. Kleber, — die graue, elaſtiſche Subſtanz, welche zurückbleibt, wenn man aus Weizenmehl, welches in ein

Tuch eingebunden, durch anhaltendes Kneten unter Waſſer das Amylon vollſtändig ausgewaſchen hat.

Durch Behandeln des Klebers mit heißem Alkohol wird der Pflanzenleim aufgenommen, das Pflanzenfibrin aber zurückgelaſſen. Der Leim bildet nach der Abdampfung des Alkohols eine zähe, höchſt klebende, bräunlich gelbe Maſſe; das Pflanzenfibrin aber iſt nicht klebrig, es ſtellt eine grauweiße, weiche, elaſtiſche Maſſe dar. —

Die ſpecielle Betrachtung dieſer Stoffe, welche nichts als iſomere Modifikationen ſind, iſt Gegenſtand der ſ. g. organiſchen Chemie, daher wir ſofort die weiteren Metamorphoſen, welche der Pflanzenſchleim während dem vegetabiliſchen Geſtaltungsact erleidet, in Betrachtung ziehen, zunächſt die Bildung der Pflanzenſäuren.

6) Entſtehung der Pflanzenſäuren und der Reſpirationsproceß.

Der pflanzliche Organismus hebt alſo, wie wir aus dem Bisherigen erſehen, das außer ihm ſeiende Unorganiſche, zunächſt das kohlenſaure Waſſer in ſich auf, macht es zu dem Seinigen. Das erſte Produkt iſt der Schleim. Aber dieſer verharrt als ſolcher nur in wenigen Pflanzengebilden längere Zeit, wie in dem Leinſamen, Flohſamen, den Quittenkernen u. ſ. w., ja eine gewiſſe Alge iſt faſt ganz aus Schleim beſtehend. In den Zellen der meiſten Vegetabilien erleidet er indeſſen raſch weitere, und zwar oft die mannigfachſten Metamorphoſen.

Außer den genannten Verbindungen gehen aus dem Schleim verſchiedene andere hervor. So iſt er das Princip aller organiſchen Säuren.

Werden z. B. durch die Lebendigkeit des Organismus 2 At. Schleim ($2C_6H_{10}O_5$) in ihre Elemente aufgelöſ't, ſo iſt das Produkt dieſes Proceſſes, indem 8 At. Sauerſtoff hinzutreten:

1 At. Gerbſäure, = $C_9 H_6 O_5$, 3 At. Kohlenſäure und 7 At. Waſſer; alſo eine Metamorphoſe unter Kohlenſäure- und Waſſerbildung.

$$C_{12} H_{20} O_{10} + O_8 = C_9 H_6 O_5 + 3 CO_2 + 7 H_2 O.$$

Denn:

Pflanzenſchleim	C_{12}	H_{20}	O_{10}
Hierzu 8 At. Sauerſtoff . . .			O_8
	C_{12}	H_{20}	O_{18}
Hiervon ab 7 At. Waſſer . . .		H_{14}	O_7
	C_{12}	H_6	O_{11}
Ferner ab 3 At. Kohlenſäure . .	C_3		O_6
bleibt	C_9	H_6	O_5.

Daß in dieſem Proceſſe 8 At. Sauerſtoff, und nicht mehr und nicht weniger, hinzutreten, hat ſeinen Grund. Den Grund aller Erſcheinungen zu ſuchen, iſt die Aufgabe des Naturforſchers; bei jeder Erſcheinung, ſei dieſe auch ſcheinbar noch ſo gering, müſſen wir nach der Urſache fragen, da wir nur alsdann eine wahrhafte Erkenntniß zu gewinnen im Stande ſind, während, wenn wir uns, wie es immer noch unter den Naturforſchern der Fall iſt, blos mit der Schale begnügen, ich meine aber die Sache einer nur oberflächlichen Betrachtung unterwerfen, die verkehrteſten Interpretationen gegeben, die einſeitigſten Theorien gebaut werden. Und die verſchiedenen Hypotheſen und Erklärungen, die mit jedem Jahre oft gar von Grund aus wechſeln, ſind, wie unſer Wilbrand (l. c. p. XIII) mit Recht ſagt, nichts als Geburten der Nichtphiloſophie.

Wir laſſen daher obige Erſcheinung nicht vorübergehen, ohne den Grund derſelben erkannt, oder wenigſtens darnach gefragt zu haben; denn nicht mit einem Male vermögen wir jede Erſcheinung vollkommen denkend zu durchdringen. Und worin möchte

die fragliche Erscheinung gegründet sein? Wohl darin, daß in den freigewordenen Elementen des Pflanzenschleims die Tendenz zur Bildung von 2 At. Wasser und 3 At. Kohlensäure liegt, wozu 8 At. Sauerstoff erfordert und diese von denen des zersetzten Schleims genommen werden.

Es bleiben nun, nachdem die Kohlensäure und das Wasser gebildet worden, 9 At. Kohlenstoff, 16 At. Wasserstoff und 2 At. Sauerstoff im freien Zustande zurück. Allein auch diese streben nun in chemische Einheit zusammenzugehen, nehmen jedoch, da ihre Anziehung noch dieselbe ist, die 8 At. Sauerstoff aus der Umgebung wieder auf, sodaß jetzt wieder 10 At. Sauerstoff vorhanden sind. Von diesen 10 At. schlagen 5 At. mit 10 At. Wasserstoff zu Wasser zusammen, und es bildet sich hierauf die Gerbsäure. *)

$$C_9\ H_{16}\ O_{10} = 5\,H_2\ O + C_9\ H_6\ O_5.$$

Zuerst fand, wie erwähnt, ein Kohlensäure- und Wasserbildungsproceß statt, nämlich:

$C_{12}\ H_{20}\ O_{10} = 2\,H_2\ O + 3\,CO_2 + C_9\ H_{16}\ O_2$ (welche letzteren Elemente aber frei blieben).

Diese 2 At. Wasser nebst den 5 Atomen machen die bei dem ganzen Proceß entstehenden 7 At. Wasser aus. **)

In dieser Weise findet die Gerbsäure in den Zellen der Pflanzen ihr Dasein; in gewissen vegetabilischen Gebilden, nament-

---

*) Da in diesem Falle die Elemente ein tiefes Einheitsstreben zeigen, so bildet der hinzutretende Sauerstoff zum Theil Wasser, während z. B. in dem Bittermandelöl bei der Verwandlung in Benzoësäure der hinzutretende Sauerstoff in die ternäre Verbindung ganz aufgenommen wird ꝛc.

**) Also auch in der Pflanze wird Wasser gebildet; das, welches aus derselben durch Transpiration entfernt wird, ist also nicht allein das von Außen aufgenommene.

lich in dem Holzkörper und der Rinde aller Quercus-Arten, wird sie vorzugsweise erzeugt und als solche längere Zeit erhalten, während in anderen Gewächsen, wo das vegetative Leben sich energischer äußert, ihre Existenz bald vernichtet, und in andere Stoffe metamorphosirt wird.

Eine Verminderung der Gerbsäure tritt in den Blättern der Quercus-Arten u. s. w. gegen das Ende des Sommers ein; die jungen Blätter sind reichhaltiger an dieser Säure, als die völlig ausgebildeten.

So ist in allen Vegetabilien in der einen Periode der Entwickelung etwa der Säurebildungsproceß herrschend, in einer anderen Periode der Proceß der Bildung indifferenter Stoffe u. s. w.

Mit absoluter Gewißheit können wir übrigens behaupten, daß die Gerbsäure nur aus dem Destructionsprocesse des Schleims resultire, denn aus den übrigen Bestandtheilen, welche wir in der Eichenrinde finden, wie Harz, wachsartiges Fett, Extractivstoff und Aepfelsäure, kann, wie jeder zugeben wird, wahrlich keine Gerbsäure hervorgehen.

Eine Rückbildung der Gerbsäure in Schleim dürfte in dem vegetabilischen Organismus wohl nie erfolgen, da mir ein derartiger Proceß nicht wahrscheinlich erscheint, mir auch aus der organischen Chemie kein analoger Proceß bekannt ist; ich kann aus dem Grund nicht mit Meyen *) annehmen, daß diese Säure, überhaupt die organischen Säuren, in dem Pflanzenkörper zu wirklichen Nährstoffen umgewandelt werden; es erleidet die Gerbsäure vielmehr eine Umwandlung in andere Säuren. **) Die Erfahrung wird darüber entscheiden!

---

*) l. c. II. pag. 302 und 304.

**) Die Ansicht Liebig's (p. 63) über die Verwandlung der Gerbesäure in Amylon ist keiner Beachtung würdig; es kann diese Aeußerung einem Chemiker nicht verziehen werden.

Außer den Quercus-Arten tritt die Gerbsäure in vielen anderen Pflanzen auf; sie ist in der That eine in der Pflanzenwelt sehr verbreitete Säure. Sie tritt z. B. auf in den Blättern der Theesträucher, in Thea viridis, Thea Bohea, der Vaccinium-Arten, dann in der Wurzel der Schlangenwurz, Polygonum Bistorta, des Weiderichs oder Blutkrautes, Lythrum Salicaria u. s. w. In bedeutender Quantität erscheint sie endlich auch in den Hüllen der Früchte.

Ueberall, wo diese Säure erscheint, ist sie das Resultat des Zersetzungsprocesses von vegetabilischem Schleim. In der Rinde gehet sie nebst dem übrigen Zellen-Inhalte später in den Zustand der Erstarrung über, und wir können mit Schleiden durchaus nicht die Vermuthung wagen, daß der Gerbstoff, weil die Zellen der Borke gewöhnlich gar keinen Inhalt haben, überall nur in der Substanz der Zellenwandung als ein Produkt des beginnenden Zersetzungs- oder Verwesungsprocesses des Membranenstoffs vorhanden sei. *) Die Zellenmembran erleidet übrigens unter den obwaltenden Verhältnissen keine andere Metamorphose, als die in Humin u. dgl., ja wir wissen selbst, daß die schwarzen Secretionen gewisser Bäume humussaure Verbindungen enthalten.

Die Erkärung oder vielmehr die Formel des Gerbsäurebildungsprocesses, welche Schleiden gibt, ist übrigens, wenn für Membranstoff Schleim gesetzt wird, vollkommen richtig. —

Wie nun in den genannten Vegetabilien, und zwar namentlich in den Eichen und Birken, der Schleim sich in Gerbsäure verwandelt, so erfährt derselbe unter anderen Verhältnissen andere Metamorphosen; wir finden ihn z. B. in den verschiedenen China-Arten in Chinasäure umgeändert.

Diese Säure, welche die Einheit von $C_7 H_{10} O_5$ ist, erzeugt

*) Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik. Th. I. S. 188.

ſich, indem 2 At. Schleim ſich in ihre Beſtandtheile auflöſen, und 10 At. Sauerſtoff aus der Atmoſphäre, zunächſt aus den Intercellulargängen, hinzutreten.

$$C_{12}\,H_{20}\,O_{10} + O_{10} = C_7\,H_{10}\,O_5 + 5\,H_2\,O + 5\,CO_2.$$

Wir haben alſo hier wieder ein Beiſpiel einer Metamorphoſe unter Kohlenſäure und Waſſerbildung, und es ſtehet hier die Kohlenſäurebildung mit der des Waſſers im Gleichgewicht, während im vorhergehenden Fall die Waſſerbildung vorherrſchend war.

Es tritt die Chinaſäure auf die Weiſe in die Erſcheinung, daß zuerſt 5 At. Waſſer ($5\,H_2\,O$) ſich erzeugen, worauf, die hinweggenommenen Elemente durch Sauerſtoffäquivalente ſubſtituirt, dieſer aber mit dem Kohlenſtoff vereinigt werdend, 5 At. Kohlenſäure und 1 At. Chinaſäure entſtehen.

$C_{12}H_{20}O_{10} = 5H_2O + C_{12}H_{10}O_5$ (letztere Elemente bleiben für ſich).

$C_{12}\,H_{10}\,O_5 + O_{10} = 5\,CO_2 + C_7\,H_{10}\,O_5$ (dieſe ſchlagen zur Identität zuſammen).

Weshalb alſo die Chinaſäure 7 At. Kohlenſtoff enthält, gehet aus dieſer analytiſchen Betrachtung hervor.

Die Chinaſäure und Gerbſäure enthalten eine gleiche Anzahl von Sauerſtoff-, aber eine ungleiche Anzahl von Waſſerſtoff- und Kohlenſtoffatomen; beide Säuren entſtehen alſo unter Verhältniſſen, wo die Spannung oder Thätigkeit der Zellen eine verſchiedene iſt. Hinſichtlich der Eigenſchaften ſtehen beide Säuren nicht weit von einander; es iſt die Gerbſäure eine farbloſe, nicht kryſtalliniſche, in Waſſer leicht lösliche Maſſe, von einem rein zuſammenziehenden Geſchmack; auch die Chinaſäure iſt in Waſſer leicht löslich, aber ſie bildet farbloſe Kryſtalle von ſaurem Geſchmack. Die Gerbſäure fällt die Eiſenoxydſalze blauſchwarz, die Chinaſäure dagegen grün. —

Die Chinasäure verharrt aber in gewissen vegetabilischen Organismen nicht längere Zeit, sie gehet in diesen alsbald, ja wohl unmittelbar nach ihrer Entstehung ihrer Vernichtung oder Wiederauflösung entgegen (der Proceß schreitet wie bei der Ameisensäurebildung aus Zucker fort, freilich nicht so weit!) d. h. die Chinasäure erleidet sofort eine weitere Metamorphose. So z. B. in Papaver somniferum, wo sich dieselbe in Mekonsäure, die Identität von $C_7 H_2 O_6$, metamorphosirt.

$$C_7 H_{10} O_5 + O_5 = C_7 H_2 O_6 + 4 H_2 O.$$

Also eine Metamorphose unter Wasserbildung. Und wie haben wir diesen Proceß zu denken? Wie und auf welche Weise findet die Mekonsäure ihre Existenz?

Der Proceß beginnt in der Weise, daß durch den Sauerstoff der Atmosphäre 1 At. Wasser gebildet, der Wasserstoff aber durch Sauerstoff substituirt wird.

$$C_7 H_{10} O_5 + O_2 = H_2 O + C_7 H_8 O_7.$$

Nachdem diese Verbindung erzeugt worden, schlagen 3 At. Sauerstoff (die Hälfte) mit 6 At. Wasserstoff zusammen, und es bleiben 2 At. Wasserstoff für die Mekonsäure übrig. Der Sauerstoff wird wieder ersetzt.

$$C_7 H_8 O_6 + O_3 = 3 H_2 O + C_7 H_2 O_6.$$

Im Ganzen entstehen also zuletzt aus beiden Processen unter Hinzutretung von 5 At. Sauerstoff: 4 At. Wasser und 1 At. Mekonsäure, — eine Säure, welche die aufgelösten Eisenoxydsalze schön roth färbt, und in Wasser nicht leicht, wie die beiden vorher erwähnten Säuren, sondern schwer löslich ist; sie zeigt außerdem einen schwach sauren Geschmack und krystallisirt in schönen glänzenden Blättchen. —

Mehr unterschieden von allen diesen Säuren ist die in den

sauren Aepfeln, in den Johannis- und Stachelbeeren, den Vogelbeeren u. s. w. vorkommende Aepfelsäure, $= C_4 H_4 O_4$.

Diese Säure kann in den unterschiedenen Pflanzen auf verschiedene Weise erzeugt werden, was wir erkennen, wenn wir die Pflanze oder Pflanzentheile hinsichtlich ihrer Eigenthümlichkeit betrachten.

In gewissen Fällen, wie in den Aepfeln, Kirschen, Aprikosen u. s. w., entstehet sie aus der Gerbsäure, indem 10 At. Sauerstoff in den Proceß aufgenommen werden. In den genannten Früchten erleidet die Gerbsäure alsbald eine Verwandlung, während sie in der Eichenrinde ihr Dasein zu behaupten sucht; wir finden hier nur wenig Aepfelsäure neben einem großen Quantum Gerbsäure.

$$C_9 H_6 O_5 + O_{10} = H_2 O + 5 CO_2 + C_4 H_4 O_4.$$

Die Genesis der Säure ist die, daß sich zuerst aus der Vereinigung von 1 At. Sauerstoff und 2 At. Wasserstoff der zersetzten Gerbsäure 1 At. Wasser bildet, wodurch dann die Verwandtschaft, die Intensität des Kohlenstoffs so gesteigert wird, daß dieser mit dem Sauerstoff der Intercellulargänge Kohlensäure erzeugt. Nach diesem schlagen die übrig gebliebenen Elemente zu Aepfelsäure zusammen.

Diese Metamorphose ist ganz ähnlich der Verwandlung der Eichengerbsäure in Gallussäure.

In anderen Fällen erscheint die Aepfelsäure nebst Oxalsäure durch Zerlegung des Schleims oder Inulins. In Beta Cicla, Atropa Belladonna z. B., weist die Chemie Aepfelsäure und Oxalsäure nach.

$$C_6 H_{10} O_5 + O_5 = C_4 H_4 O_4 + C_2 O_3 + 3 H_2 O.$$

Diese Produkte, die Aepfelsäure, Kleesäure und das Wasser, resultiren aus dem Processe in folgender Weise:

Die Schleimelemente theilen sich in zwei Sphären. Hierauf tritt zwischen den Kohlenstoff- und Wasserstoff-Elementen Austausch ein, und nach diesem ziehet eine der Sphären aus der gegenüberstehenden noch 1 At. Sauerstoff in sich herein.

Also aus:

$$\left.\begin{matrix} C_3\ H_5\ O_3 \\ C_3\ H_5\ O_2 \end{matrix}\right\} = C_6\ H_{10}\ O_5, \text{ wird: } \left\{\begin{matrix} C_4\ H_4\ O_4 \\ C_2\ H_6\ O. \end{matrix}\right.$$

Aus der chemischen Vermittlung der oberen Sphären-Elemente entsteht Aepfelsäure, während in der anderen Sphäre unter Wasserbildung und Wiederersetzung des Sauerstoffs die Verbindung: $C_2 H_4 O$ erscheint.

$$C_2 H_6 O + O = C_2 H_4 O + H_2 O.$$

Aber dieser Verbindung wird hier als solcher kein Aufenthalt gestattet, sie wird sofort vernichtet oder umgeändert, und zwar nach einem bestimmten Gesetze. Aus ihr wird unter Wasserbildung und Substitution der Wasserstoff-Atome durch Sauerstoffäquivalente Oxal- oder Kleesäure gebildet.

$$C_2 H_4 O + O_4 = 2 H_2 O + C_2 O_3.$$

Es ist also hier der Sauerstoff der Intercellulargänge, welcher bei dem Processe seine Rolle spielt.

Unter anderen Lebens-Verhältnissen kann auch die Oxalsäure nach letzterem Gesetze aus der Aepfelsäure hervorgehen.

$$C_4 H_4 O_4 + O_4 = 2 H_2 O + 2 C_2 O_3.$$

Zuerst treten also 2 At. Sauerstoff aus der Umgebung mit dem Wasserstoff in Einheit, und nach diesem, um die Wasserstoff-Atome zu ersetzen, nochmals 2 Atome, also im Ganzen 4 Atome Sauerstoff. *)

*) Die Vorstellung von der Entstehung der Oxalsäure, wie sie Meyen (II. p. 299) hat, ist sehr irrig, jedoch einem bloßen Botaniker zu ver-

So können also die Oxal- und Aepfelsäure auf verschiedene Weisen hervortreten, sie können aus der Zersetzung unterschiedener Verbindungen resultiren. Und so ist es mit allen chemischen Verbindungen, und sowohl die Chemie der organischen Verbindungen, als auch die unorganische Chemie liefert hierfür Belege.

Das Kohlenoxyd z. B. kommt das eine Mal zum Vorschein durch Zersetzung der krystallisirten Kleesäure mittelst Schwefelsäure, wodurch sie, indem das Krystallwasser mit der Schwefelsäure in Einheit tritt, in Kohlensäure und Kohlenoxyd zerfällt; denn die Kleesäure enthält die Elemente von 1 At. $\dot{C}$ und 1 At. $\dot{C}$.

Sodann erscheint Kohlenoxydgas durch Einwirkung von concentrirter Schwefelsäure auf Ameisensäure, indem sich diese in 2 At. Kohlenoxyd und 1 At. Wasser theilt, welches Wasser von der Schwefelsäure aufgenommen wird.

$$C_2\ H_2\ O_3 + \ddot{S} = \dot{H}_2\ \ddot{S} + 2\,\dot{C}.$$

Außerdem erhalten wir das Kohlenoxyd noch auf verschiedenen Wegen, wie z. B. auch, wenn Kohlensäure über glühende Kohlen geleitet wird.

$$\ddot{C} + C = 2\,\dot{C}.$$

Es bildet sich aber in diesem Falle das Kohlenoxydgas nicht in der Weise, daß, wie man sagt, die Kohlensäure noch Kohlenstoff aufnimmt, sondern dadurch, daß die Kohlensäure durch die Infektion der glühenden Kohle in Kohlenoxyd und Sauerstoff zerlegt wird, und dieser in Freiheit gesetzte Sauerstoff alsdann mit einem Atom Kohlenstoff Kohlenoxyd bildet.

---

zeihen. Ebenso verkehrt ist die Ansicht Liebig's. (Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie. 5. Aufl. S. 189. Im übrigen beziehe ich mich immer, bemerke ich hier, auf die 1. Aufl., weil diese im Besitze der Meisten ist.)

So wie wir nun das Kohlenoxyd auf mehrfache Weise darstellen können, so auch die meisten anderen Verbindungen, z. B. den bekannten Jodstickstoff. Wir erhalten denselben, wenn wir Jod mit kaustischem Ammoniak übergießen, und dieses kurze Zeit darauf einwirken lassen, wodurch außer Jodstickstoff Jodammonium entsteht, oder man erhält die fragliche Verbindung unter Bildung von Chlorammonium, wenn Jod in Königswasser aufgelöst und die Auflösung mit überschüssigem Ammoniak niedergeschlagen wird.

Auch wird es uns nicht auffallend erscheinen, wenn aus einem und demselben Körper, je nach den obwaltenden Verhältnissen, verschiedene Produkte hervorgehen. Auch hierfür liegen Thatsachen aus der organischen Chemie vor. Wir wissen, daß z. B. der Zucker in Berührung mit Ferment eine andere Metamorphose erfährt, als durch Erhitzen mit Schwefelsäure, Salpetersäure, daß wieder ganz andere Verbindungen erscheinen, je nachdem er mit Kalkerde destillirt, oder für sich einer höheren Temperatur ausgesetzt wird, u. s. w.

Nicht immer erleidet aber eine Verbindung im vegetabilischen Organismus eine wirkliche Auflösung in die Bestandtheile, sondern in vielen Fällen auch nur eine Aenderung hinsichtlich der Cohäsion. Wird die Cohäsion der Aepfelsäure auf eine bestimmte Weise modificirt, wird sie z. B. etwas größer, so wechseln hiermit die Eigenschaften, und wir haben eine neue Säure, — die Citronensäure, $= C_4 H_4 O_4$.

Ein Gemenge von Aepfelsäure und Citronensäure ist z. B. in Vaccinium Myrtillis, in Arbutus uva ursi u. a. enthalten, während in Vaccinium Oxycoccus und Vitis idaea vorzugsweise Citronensäure und nur höchst geringe Spuren von Aepfelsäure anzutreffen sind.

Während die Aepfelsäure durch Chlorcalcium und Ammoniak nicht gefällt wird, so bringen diese Reagentien dagegen mit der

Citronensäure einen Niederschlag hervor. Beide Säuren sind krystallisirbar, die Aepfelsäure jedoch schwieriger. Erstere ist in Wasser leicht löslich, diese, die Aepfelsäure, sogar an der Luft zerfließlich; beide sind von stark saurem Geschmack. Die Differenz beider Säuren ist also gering.

Die Citronensäure, welche außer dem Safte der Citronen, worin sie vorzugsweise, und zwar im freien Zustande vorkommt, auch in den Johannis- und Stachelbeeren und mehreren anderen Früchten auftritt, gehet in dem Pflanzenkörper aus der Aepfelsäure dadurch hervor, daß in Folge der Verminderung der Lebensenergie der Zellen die Aepfelsäure mehr in sich erstarrt und somit eine größere Cohäsion erhält, während bei gesteigerter Lebensthätigkeit die Aepfelsäure zerlegt, die Elemente derselben in Freiheit oder für sich gesetzt werden, und entweder in Fumarsäure, wie in Fumaria officinalis, Glaucium luteum, Cetraria islandica u. s. w., oder, wie in Aconitum Napellus und Equisetum fluviatile, in Aconitsäure übergeht.

Die Aepfelsäure ruhet sich in diesen Vegetabilien nicht lange aus, es wird vielmehr durch die Thätigkeit der Zellen bald ihre Existenz aufgehoben oder vernichtet. Beide Säuren, die Aconit- und Fumarsäure, besitzen gleiche Zusammensetzung, sie sind die Einheit von $C_4 H_2 O_3$. Sie entstehen aus der Aepfelsäure unter Bildung von Wasser.

$$C_4 H_4 O_4 = H_2 O + C_4 H_2 O_3.$$

In Aconitum Napellus findet man in der That Aepfelsäure, und es ist daher kein Zweifel, daß es hier nur diese ist, welche sich in Aconitsäure metamorphosirt.

Wie es aber nicht gerade nothwendig ist, daß die Citronensäure immer aus der Aepfelsäure entstehe, sondern unter gewissen Verhältnissen gleich als solche auftreten kann, so ist es auch nicht

nothwendig, daß in allen Fällen die Fumarsäure aus Aconitsäure, oder auch wohl umgekehrt die Aconitsäure aus Fumarsäure (ähnlich wie wir gewisse unorganische Verbindungen bald in die eine, bald in die andere Modifikation überführen können) entstehe.

Die Aconit- und Fumarsäure sind in ihrem chemischen und physikalischen Verhalten weiter von einander stehend, als die Aepfelsäure und Citronensäure; es muß daher bei der Umwandlung jener Säuren in einander die Zellenspannung oder die dynamische Infektion derselben unterschiedener, intensiver gewesen sein, als bei der Metamorphosirung oder der Entstehung der letzteren.

Die Fumarsäure krystallisirt in großen Krystallen, aber die Aconitsäure stellt eine körnig krystallinische Masse dar und ist in Wasser sehr leicht löslich, während die Fumarsäure sehr schwer löslich ist; beide sind von saurem Geschmack. —

Eine in Wasser leicht solubele, in schiefen rhombischen Prismen krystallisirende Säure ist die besonders im Safte der Trauben vorkommende Weinsäure. Sie ist aus $C_4 H_4 O_5$ bestehend, und entstehet unter Kohlensäure- und Wasserbildung durch Zersetzung des Schleims.

$$C_6 H_{10} O_5 + O_7 = 3 H_2 O + 2 CO_2 + C_4 H_4 O_5.$$

$$\text{Aus } \left.\begin{matrix} C_3 H_5 O_3 \\ C_3 H_5 O_2 \end{matrix}\right\} = C_6 H_{10} O_5, \text{ wird: } \left\{\begin{matrix} C_4 H_4 O_5 \\ C_2 H_6. \end{matrix}\right.$$

Die 2 At. Kohlenstoff und 6 At. Wasserstoff bedürfen zu ihrer Verbrennung 7 At. Sauerstoff.

Wir könnten uns auch vorstellen, die Weinsäure ginge aus der Aepfelsäure hervor, indem diese 1 At. Sauerstoff aufnehme, also gleichsam oxydirt würde. Aber diese Ansicht entbehrt aller wissenschaftlichen Begründung; überhaupt muß die Vorstellung aus der Wissenschaft verbannt und durch den Begriff ersetzt werden. Oxydationen, wie man heut zu Tag noch meint, finden

bei organiſchen Körpern durchaus nicht ſtatt. Es gehet z. B. die Eſſigſäure nicht durch Oxydation des Aldehyd's hervor, es kann die Eſſigſäure nicht als eine Oxydationsſtufe, und zwar als die höchſte jenes hypothetiſchen Radikals, des Acetyls, angeſehen werden. Eben ſo unwiſſenſchaftlich iſt es, den Campher als das Oxyd vom Terpenthinöl zu betrachten. *)

Mit Beſtimmtheit können wir ſagen, daß es auch in gewiſſen Fällen die Gerbſäure iſt, welche ſich in Weinſäure metamorphoſirt.

$$C_8\ H_6\ O_5 + O_{11} = H_2\ O + 5\,CO_2 + C_4\ H_4\ O_5.$$

$$\text{Aus: } \left.\begin{matrix} C_5\ H_3\ O_3 \\ C_4\ H_3\ O_2 \end{matrix}\right\} = C_8\ H_6\ O_5, \text{ wird: } \left\{\begin{matrix} C_4\ H_4\ O_5 \\ C_5\ H_2. \end{matrix}\right.$$

Die Elemente der unteren Sphäre bedürfen zu ihrer Oxydation 11 At. Sauerſtoff.

Die Weinſäure erleidet in den Weintrauben (wie überhaupt in keinem Vegetabil) nie eine Verwandlung in Zucker; der Zucker entſteht hier vielmehr aus dem Schleim, indem ſich dieſer die Elemente von 1 At. Waſſer aſſimilirt. Liebig's Anſicht über den Verwandlungsproceß der Weinſäure iſt nicht der Erfahrung, und auch nicht dem Begriffe entſprechend. **) In dem Safte der

*) Nicht aber dürfen wir hiermit das Cyan und deſſen Verbindungen vergleichen. Die Cyanſäure iſt freilich eine Säure mit zuſammengeſetztem Radikal, eine Verbindung von Cyan und Sauerſtoff; ſie iſt alſo eine binäre Verbindung. Da jedoch kein wahrer Gegenſatz zwiſchen beiden iſt, ſo iſt die Verbindung von geringer Beſtändigkeit. Daſſelbe gilt von dem Chlorkohlenoxyd, dem Kohlenoxydkalium u. ſ. w. Dieſe Verbindungen ſtehen zwiſchen den Auflöſungen und den wahren chemiſchen Verbindungen. Zu dieſen, den wahren chemiſchen Einheiten, gehören auch die Verbindungen: $C_2\ H_2\ Cl_4$, $C_2\ Cl_6\ O_2$ u. dgl. m., denn hier ſind die Elemente unmittelbar mit einander verbunden, und nicht, wie bei der Cyanſäure, nach dem Geſetz der Binarität.

**) l. c. pag. 63.

unreifen Trauben findet die Analyse nur Weinsäure, welche aus der sich bildenden und sich sogleich zersetzenden Gerbsäure resultirt; denn diese findet hier nur momentane Existenz. Und in dem Safte der reifen Trauben entdecken wir außer einer beträchtlichen Menge Weinsäure auch Aepelsäure, Traubenzucker, Gummi, Eiweiß und dergleichen.

Eine isomere Modifikation von der Weinsäure ist die Traubensäure. Die Differenz zwischen beiden Säuren ist gering, geringer als bei den genannten isomeren Säuren. Beide sind von stark saurem Geschmack, aber verschieden in der Krystallform. Sowohl die Traubensäure, als die Weinsäure erzeugen in concentrirten Auflösungen von Kalisalzen schöne, farblose Kryställchen von doppelt wein- oder traubensaurem Kali. Durch überschüssiges Kalkwasser entsteht bei beiden ein Niederschlag, aber der von Weinsäure ist in einer Auflösung von Salmiak löslich, ja leicht löslich, der von Traubensäure unlöslich.

Bemerkenswerth ist endlich noch die Benzoësäure, welche besonders in der Benzoë vorkommt, und eine Einheit von $C_{14} H_{10} O_3$ ist. Sie wird wohl lediglich aus Bittermandelöl, $= C_{14} H_{12} O_2$, gebildet, indem das Oel Sauerstoff aus der Umgebung absorbirt, wodurch dann unter Bildung von 1 At. Wasser und Wiedererſetzung des hinweggenommenen Wasserstoffs durch 1 Aequivalent von Sauerstoff die Benzoësäure ihre Entstehung findet.

$$C_{14} H_{12} O_2 + O_2 = H_2 O + C_{14} H_{10} O_3.$$

Es wird hier also zur Wasserbildung nicht der Sauerstoff des Oels verwendet, und zwar weil die Verwandtschaft des Sauer- und Wasserstoffs unter diesen Verhältnissen nicht gesteigert, somit die Neigung zur Wasserbildung nicht erhöht wird; wohl aber erwacht ein Polaritäts-Verhältniß zwischen dem Oel und der Luft, so daß durch den Sauerstoff dieser Wasser erzeugt, jedoch der geraubte

Wasserstoff sogleich, wegen der gleichgebliebenen Elementen-Anziehung, durch atmosphärischen Sauerstoff substituirt wird.

In der Benzoë erzeugt sich zuerst unter anderen Produkten Bittermandelöl, und dieses erfährt dann die genannte Metamorphose. Auch im Drachenblut ist Benzoësäure, wiewohl in geringer Menge enthalten. In dem Samen von Illicium anisatum findet man außer Benzoësäure ein flüchtiges Oel, und dieses ist die Materie, aus welcher die Säure entspringt.

In der Entstehung der Benzoësäure haben wir also wieder ein Beispiel, wo der Sauerstoff der atmosphärischen Luft zur Bildung von Wasser verbraucht wird. Eine höchst falsche Ansicht ist es daher, zu glauben, der von den Pflanzen absorbirte Sauerstoff gehe nur mit dem Kohlenstoff (wohl gar mit dem überschüssigen Kohlenstoff, wie manche Naturforscher sagen) eine Verbindung ein, bilde also stets Kohlensäure. *) Kohlenstoff als solcher ist aber in der Pflanze nicht vorhanden, er liegt nicht parat, daß etwa der Sauerstoff mit demselben unmittelbar in Verbindung treten könnte.

Wie und auf welche vielfache Weise die Kohlensäure, welche die Vegetabilien des Nachts exhaliren, erzeugt wird und woher sie stamme, wird nunmehr jedem Physiologen und Chemiker aus den bisherigen dargelegten Metamorphosen, den Bildungen von Säuren u. s. w. vollkommen einleuchtend sein; gewöhnlich waren es Metamorphosen unter Kohlensäure- und Wasserbildung.

Liebig's Ansicht, daß die Exhalation von Kohlensäure ein ganz mechanischer Proceß, daß es nämlich die von den Blättern und Wurzeln mit dem Wasser aufgenommene Kohlensäure sei,

*) Auch redet man von einem überschüssigen Kohlenstoff der Alimente der Thiere. So unter Anderen mein ehemaliger Lehrer der Anatomie, Herr Prof. Fick. (Lehrbuch der Anatomie des Menschen. S. 64.)

welche, indem sie mit der Abnahme des Lichtes nicht mehr zersetzt werde, mit dem Wasser aus den Pflanzenorganen wieder verdunste, ist nach dem Gesagten eine Unwahrheit. Und wenn er sagt, daß die Meinung, die des Nachts ausgeathmete Kohlensäure (die Pflanzen nehmen nämlich im Dunkeln oder des Nachts Sauerstoff aus der Atmosphäre auf, und hauchen ein etwas kleineres Volumen von Kohlensäure aus) werde nicht durch den hinzutretenden Sauerstoff erzeugt, ja es sei diese Ansicht so vollkommen falsch, daß nur die gänzliche Nichtbeachtung und Unkenntniß der chemischen Beziehungen einer Pflanze zu der Atmosphäre es erkläre, wie man zu diesen Ansichten gelangen konnte: so fällt diese Unwissenheit nur auf Liebig zurück. *) Das Nähere nachher.

Nur will ich noch die verkehrte Ansicht Liebigs, daß der Proceß der Sauerstoffaufnahme ein rein chemischer sei, und mit dem Leben des Vegetabils nicht das Geringste gemein habe, indem dieser Proceß in der todten Pflanze ganz in derselben Form auftrete, wie in der lebenden (was nach dem Bisherigen durchaus nicht der Fall ist!), erwähnen und dieselbe beleuchten.

„Jede Pflanze ist," wie Wilbrand **) sagt, „die Einheit ihrer Säfte und ihrer festen Gebilde!"

Damit nun die bestimmte Pflanzenindividualität in die Erscheinung trete, ist nicht nur die Aufnahme von kohlensaurem Wasser zur Bildung von Schleim, Membranenstoff u. s. w. erforderlich: es sind auch zur Bildung der eigenthümlichen Säfte, — der Säuren, Basen u. s. w. dieses Individuums, bestimmte Mengen von Sauerstoff nothwendig. Also in der Sauerstoffaufnahme, wie in der Absorption von Kohlensäure und Wasser ist das Leben der Pflanze begründet.

---

*) l. c. pag. 25—29.

**) l. c. pag. 371.

Erſt wird die Kohlenſäure nebſt dem Waſſer zerſetzt und in Vegetabilität umgewandelt, dann wird das Gebildete zum Theil wieder unter Sauerſtoff-Abſorption und Bildung von Waſſer und Kohlenſäure in andere vegetabiliſche Stoffe metamorphoſirt u. ſ. f. Und dieſes Entſtehen und Vergehen, oder dieſes Bilden und Wiederauflöſen des Gebildeten, iſt eben das Leben; allein hierin ſpricht ſich das Leben des Organismus aus, daß er fortwährend verändert wird, aber im Weſentlichen immer derſelbe bleibt.

Ueberall, wo Etwas entſtehet, vergehet auch Etwas, und dieſes ſtellt ſich als das wahre Werden dar. Das, was alſo wird, iſt, und iſt nicht; denn wäre es, ſo brauchte es nicht zu werden. Dieſes Entſtehen und Vergehen, oder auch nur Verändern der Dinge iſt das, was wir im Allgemeinen Leben nennen, das, was eben die Zeit iſt. Die Zeit iſt ſonach die Seele des Raums. Das, welches nicht wird, was alſo dauert, können wir nicht lebendig nennen. Dieſe Dauer iſt je nach der Individualität bald kürzer, bald länger. Mit dem Aufhören der Dauer beginnt die Zeit, beginnt das Leben. Verharret oder dauert auch im Organismus der Pflanze dieſe oder jene Säure, Baſe, ſie werden durch andere eintretende Verhältniſſe verändert, verwandelt. Damit aber aus dieſen andere Säfte, andere Verbindungen entſpringen können, damit alſo das Leben des Vegetabils erhalten werde, oder ein beſtimmtes Subjekt, welches die Einheit der eigenthümlichen Säfte und der feſten Gebilde iſt, reſultire, iſt in allen Fällen Sauerſtoff erforderlich, und zwar je nach den individuellen Verhältniſſen bald mehr, bald weniger, weil die Intenſität der zum Fürſichſein gekommenen Elemente bald größer, bald geringer iſt. „Denn," ſagt Wilbrand loco citato, „wie überall in der Geſtaltung der Pflanze eine eigenthümliche Form erſcheint, eben ſo eigenthümlich erſcheint auch an jedem Punkte der Pflanze der innere Saft. Wie daher dieſelbe in Aeſte, Blätter,

Blumen u. ſ. w. auseinander tritt, ſo zerfällt auch der Saft derſelben in Individualität. Deßwegen ſind die Säfte der Wurzel, der Rinde, der Blätter, der Blüthen u. ſ. w. in ihrer Natur verſchieden."

Verhindern wir den Zutritt der Luft und ſomit die Entſtehung der organiſchen Säfte, der Säuren u. ſ. w., indem wir z. B. die Pflanze einer Sauerſtoff-leeren Atmoſphäre ausſetzen, ſo werden wir die Lebendigkeit der Pflanze ſchwinden ſehen, wir werden ſehen, wie ſie jetzt ſchnell ihrem Tode entgegen eilt.

Es werden jetzt nicht nur keine Säuren, Baſen und indifferenten Stoffe gebildet, ſondern die Pflanze hat auch nicht mehr die Kraft, aus den Beſtandtheilen der Kohlenſäure und des Waſſers den Stoff zu ihrer Geſtaltung zu erzeugen; denn ſchon durch ihre bloße Beziehung zur Atmoſphäre iſt die Intenſität ihrer Lebendigkeit bedingt.

Wenn nun nach Liebig ſelbſt die Aufnahme des Sauerſtoffs mit dem Leben der Pflanze nichts zu thun hat, ſo iſt nicht einzuſehen, was ſonſt unter Leben, was doch nichts, als der immanente Proceß iſt, durch welchen das Objektive ſubjektiv geſetzt wird, zu verſtehen ſei; dieſes Subjektiv-Setzen iſt, wie wir aus dem Erörterten erſehen, ohne Sauerſtoff-Abſorption nicht möglich.

Bei welchen Metamorphoſen am meiſten Sauerſtoff verbraucht wird, darüber belehren die bisherigen Proceſſe. Zur Erzeugung von Gerbſäure, Chinaſäure z. B. iſt nicht wenig Sauerſtoff nothwendig, und es geht auch aus Sauſſure's Beobachtungen hervor, daß die Blätter der Quercus-Arten eine bedeutende Menge Sauerſtoff verzehren. Die Meinung Liebig's, *) daß diejenigen Blätter, welche flüchtige Oele, überhaupt aromatiſche flüchtige Beſtandtheile enthalten, den meiſten Sauerſtoff während der Abwe-

*) Die organiſche Chemie ꝛc. S. 26.

ſenheit des Lichts verzehren, indem ſich dieſe in Harz verwandeln, iſt ſchon von Mohl, einem der größten Botaniker der Gegenwart, als nichtig erklärt worden, *) indem er zeigt, daß ſolches aus den Verſuchen Sauſſure's nicht hervorgehe, ja daß manche an ätheriſchem Oele nicht armen Blätter ſehr wenig Sauerſtoff abſorbiren.

Nun, ganz abgeſehen von den Sauſſure'ſchen Verſuchen werden wir erkennen, daß zur Bildung von Harzen, daß bei den Verwandlungen, welche die flüchtigen Oele erleiden, nur ſehr wenig Sauerſtoff erforderlich iſt.

Zu dieſer nichtigen Anſicht kann aber nur der Chemiker gelangen, welcher von der Natur der Harze nichts mehr, als gar nichts weiß; nur ein ſolcher Chemiker kann ſagen: „Wir wiſſen nicht, in welcher Form die Bildung der Beſtandtheile organiſcher Weſen vor ſich geht.“ **)

Nach den Unterſuchungen von Sauſſure und Griſchow verzehren die Blätter der grünen Laubhölzer die größte Menge von Sauerſtoff; nach dieſen die krautartigen Pflanzen, dann die Blätter der immergrünenden Bäume und Sträucher, der Sumpf- und Waſſerpflanzen, und am wenigſten Sauerſtoff verbrauchen die Pflanzen mit fleiſchigen Blättern. ***)

Die Blätter letzterer Pflanzen verbrauchen aus dem Grunde weniger Sauerſtoff, weil hier die Spannungs- oder Polaritäts-Verhältniſſe der Zellen ſchwach ſind, und ſomit weniger Zerſetzungen oder Verwandlungen bewirkt werden.

In den Blättern der Laubhölzer u. dgl., wo die Zellenſpannung energiſcher iſt, wird viel Gerbſäure, in mehreren auch Aepfel-

*) Dr. J. Liebig's Verhältniß zur Pflanzenphyſiologie. S. 11.

**) Liebig, l. c. pag. 63.

***) Vergl. Meyen, neues Syſtem der Pflanzen-Phyſiologie. Bd. II. S. 151.

säure u. dgl. erzeugt, Substanzen also, zu deren Bildung viel Sauerstoff hinzutreten muß; in den krautartigen Pflanzen u. a. werden nur höchst geringe Mengen von Säuren, ja auch wohl gar keine gebildet.

Während wir in den Quercus-Arten, in Thea Bohea u. s. w. viel Gerbsäure ꝛc., in Nicotiana Tabacum u. a. viel Aepfelsäure u. s. w., dann in den Früchten von Rosa canina neben Aepfelsäure auch Citronensäure finden, so entdecken wir z. B. in dem Weizen-, Roggen-, Hafer- und Gerstensamen nur Amylon, Zucker, Eiweiß, also Substanzen, welche — ausgenommen das Eiweiß — zu ihrer Bildung nicht ein Atom Sauerstoff nothwendig haben.

Die Quantität von Sauerstoff, welche die Pflanzen-Organe absorbiren, ist in den verschiedenen Perioden der Entwickelung nicht dieselbe; denn je nach der Intensität des Vegetationsprocesses herrscht bald der Proceß der Säurebildung, bald der der Bildung von indifferenten Stoffen, von Amylon, Eiweiß u. s. w. So wissen wir auch aus den Untersuchungen Sauſſure's, daß die Blätter von Populus alba, von Prunus Lauro-Cerasus u. s. w. im Mai mehr Sauerstoff einathmen, als im September, daß die von Vicia Faba vor dem Blühen mehr verzehren, als während der Blüthe, und jetzt wieder mehr, als nach dem Blühen. Es gehet also der Athmungsproceß in der Zeit, wo die Metamorphosen am bedeutendsten sind, mit größter Energie von Statten.

Nach Sauſſure absorbiren die Blüthen mehr Sauerstoff, als die Blätter (der Grund ist leicht einzusehen), jedoch in verschiedenen Entwickelungsperioden, nämlich je nach der Intensität des Lebensprocesses, sehr verschiedene Mengen.

Speciellere Untersuchungen, namentlich in Hinsicht der Produkte in den verschiedenen Zeiten der Vegetation, werden nunmehr, nachdem eine wahrhafte Theorie aufgestellt worden, mit Leichtigkeit — also nicht mehr auf's Gerathewohl — auszuführen sein.

Am Tage beziehen die Vegetabilien den zur Bildung von Säuren und anderen Verbindungen nothwendigen Sauerstoff nicht aus der Atmosphäre, sondern es wird der bei der Bildung von Schleim, also der aus der zersetzten Kohlensäure frei gewordene, verwendet; denn dieser ist stets in mehr als hinreichender Menge vorhanden, so daß der nicht verbrauchte in die Intercellulargänge und aus diesen durch die Spaltöffnungen in die Atmosphäre tritt. Hieraus ergibt sich, warum (nach Saussure's Versuchen) für jedes Volumen Kohlensäure, welches von der Pflanze aufgenommen, nicht ein gleiches Volumen Sauerstoff, wie Liebig *) meint, sondern ein geringeres an die Atmosphäre zurückgegeben wird.

Im Dunkeln oder in der Nacht, wo keine Kohlensäure-Zersetzung und somit keine Schleimbildung stattfindet, wird also auch im Innern der Pflanze kein Sauerstoff erzeugt. Aller Sauerstoff, welcher jetzt zur Säurebildung u. s. w. erforderlich ist (denn nur diese Processe gehen ununterbrochen fort), muß daher aus der Atmosphäre hinzutreten. Da dieser jedoch nicht allein zur Bildung von Kohlensäure, sondern auch zur Wasserbildung dient, ja in gewissen Fällen in die entstehende organische Verbindung selbst eingeht, so ist es einleuchtend, warum stets ein etwas kleineres Volumen von Kohlensäure exhalirt wird, als Sauerstoff aus der Luft aufgenommen.

Aber nicht allein in der völligen Dunkelheit, auch im Schattenlichte athmen die Pflanzen Sauerstoff, weil, indem jetzt die Zersetzung des kohlensauren Wassers minder energisch geschieht, der in Freiheit gesetzte Sauerstoff zur Bildung der genannten Verbindungen nicht hinreichend ist.

Die Pflanzen, resp. die Intercellulargänge absorbiren oder

*) l. c. pag. 18.

füllen sich stets mit Sauerstoffgas, ohne daß gerade in den Zellen Processe vor sich gehen, bei welchen dasselbe nothwendig wäre; daher die Erscheinung, daß Pflanzen längere Zeit Sauerstoff einathmen, ohne alsbaldige Wahrnehmung einer Kohlensäure-Exhalation.

Nach dem Mitgetheilten erscheinen uns nun die Worte Schleiden's *) „daß die Erscheinung völlig unerklärbar bleibe, welche grüne Pflanzentheile im Dunkeln zeigen, nämlich da sie mehr Sauerstoff einathmen, als zufolge den Gesetzen über den Austausch der Gase stattfinden sollte, daß es erst durch viele genaue Versuche möglich werde, eine genauere Einsicht in den so verwickelten Proceß der Pflanzenrespiration zu bekommen, und daß insbesondere die Dalton'schen und Sauſſure'schen Versuche über die Absorption der Gase durch Flüssigkeiten u. s. w. wiederholt werden müßten" ganz einseitig, und da hier von jenem Gesetz durchaus keine Rede sein kann, höchst verkehrt.

Alle Erscheinungen sind uns vielmehr jetzt vollkommen klar, und die gegebenen Interpretationen über die Pflanzen-Ernährung (mit Einschluß des noch Folgenden) werden unseren Physiologen und Chemikern hinlängliche Befriedigung geben, weshalb man nicht mehr mit Meyen zu sagen braucht: „Ich möchte der Meinung sein, daß die Physiologie über die Ernährung der Pflanzen, soweit sich dieselbe als ein chemischer Proceß darstellt, ziemlich ganz im Reinen wäre, wenn die Erscheinungen der Respiration mit größerer Bestimmtheit ermittelt wären. **)

Aber nicht dies, sondern es fehlte bis jetzt gänzlich an einer Einsicht der Processe überhaupt im vegetabilischen Organismus.

---

*) Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik. Th. II. S. 484.

**) l. c. Bd. II. pag. 147.

Und wenn daher Winkelblech *) von Liebig's organischer Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie sagt, daß diese für unsere Zeit so denkwürdige Schrift eine umfassende und wohl ausgebildete Theorie der Pflanzenernährung enthalte, welche unser unsicheres Wissen darüber nicht nur fest begründet, sondern auch das auf diesem ganzen Gebiete ruhende Halbdunkel durch das hellste Licht verdränge, so kann ich nicht umhin zu behaupten, — so leid es mir auch ist, — daß wir durch Liebig durchaus nichts Wahres über die Ernährung der Pflanzen erfahren, daß derselbe nicht einen einzigen Gedanken ausgesprochen, durch welchen wir nur einigermaßen eine Einsicht in den vegetabilischen Ernährungsproceß bekommen hätten, und daß Herr Prof. Winkelblech, wie hieraus von selbst hervorgehet, nicht befähigt ist, über Liebig's Schrift ein Urtheil abgeben zu können. „Es thut uns," sage ich nochmals, „sehr leid, so sprechen zu müssen, aber wir kennen nur Ein Gesetz, das der Wahrheit." **)

Wie nun, bemerke ich schließlich, im pflanzlichen Organismus Kohlensäure durch Zersetzung gewisser Verbindungen unter Hinzutretung von Sauerstoff gebildet wird, so erzeugt sich auch im animalischen Organismus Kohlensäure auf ähnliche Weise, namentlich bei der Umwandlung des Amylon's u. dergl. in Fibrin.

Die Ansichten unserer Physiologen, daß bei dem Thier die Entkohlung des Blutes, wodurch eine Verbesserung des zur Ernährung dienenden Saftes bewirkt werden soll, der Hauptzweck der Respiration sei, oder auch, daß der Zweck des Athmens, wie andere große Physiologen sagen, Oxydation der Nahrungsstoffe sei (hiermit

---

*) Ueber Liebig's Theorie der Pflanzenernährung und Schleiden's Einwendungen gegen dieselbe. S. 1 und 2.

**) Die Posaune des jüngsten Gerichts über Hegel, den Atheisten und Antichristen. S. 14.

ist keine Befriedigung gegeben!), oder, daß das Athmen auch dazu diene, um die Lebenskraft zu unterhalten, was daraus hervorgehe, daß gewisse Thiere respiriren, ohne gerade Nahrung aufzunehmen u. dergl. m., erkennen wir nunmehr als ganz einseitig und gedankenlos!

Die von dem Thier erhalirte Kohlensäure wird also aus dem Sauerstoff und Kohlenstoff des Amylons, Schleims u. dgl. bei der Verwandlung dieser Materien in Albumin gebildet; der von Außen hinzutretende Sauerstoff gehet, nachdem 2 At. Kohlenstoff zu Kohlensäure und der Wasserstoff des Ammoniaks zu Wasser verbrannt worden, in die organische Verbindung, in das entstehende Albumin ein; es blieben nämlich von den 10 At. Sauerstoff des Amylons 3 At. übrig, wovon 2 At. mit dem Wasserstoff des Amylons zusammenschlagen (im Ganzen entstehen somit 5 At. Wasser), dieser hinweggenommene Sauerstoff aber durch atmosphärischen ersetzt wird.

$$2\,C_6\,H_{10}\,O_5 + N_2\,H_6 + O_2 = 5\,H_2\,O + 2\,CO_2 + C_{10}\,H_{16}\,N_2\,O_3.$$

Aber nicht immer wird die Kohlensäure, welche wir ausathmen, ausschließlich aus dem Sauerstoff und Kohlenstoff der organischen Materie erzeugt; bei der Verwandlung des Eiweißstoffes in Fett z. B. wird die entstehende Kohlensäure zum größten Theil durch den eingeathmeten Sauerstoff gebildet. (Siehe Entstehung der fetten Oele.)

Indem ich die Herrn Thier-Physiologen auf das Gesagte aufmerksam mache, lenke ich zugleich ihre Aufmerksamkeit auf die höchst falsche Vorstellungsweise Liebig's über den Respirationsproceß der Thiere zurück: „Die Respiration selbst ist eine langsame Verbrennung, d. h. eine sich stets erneuernde Verwesung (bietet mit einer wirklichen Verwesung durchaus nichts Analoges dar!). Wendet man auf diesen Proceß die Regeln an, die sich aus der

Betrachtung der verwesenden Materien im Allgemeinen entwickeln lassen (eine solche Anwendung ist nach dem Gesagten unzulässig), so ist klar, daß in der Lunge selbst der Sauerstoff der Luft mit dem Kohlenstoff einer Kohlenstoffverbindung direct keine Kohlensäure bilden kann; es kann nur eine Oxydation von Wasserstoff, oder die Bildung eines höheren Oxydes stattfinden (daß aber selbst bei dem eigentlichen Verwesungsproceß der Kohlenstoff durch den atmosphärischen Sauerstoff oxydirt wird, dessen habe ich bei den „Metamorphosen unter Wasser- und Kohlensäurebildung" erwähnt). Es wird Sauerstoff aufgenommen, der keine Kohlensäure bildet (daß dies jedoch zum Theil der Fall ist, gehet, abgesehen von allem Anderen, aus der gegebenen Formel über Fettbildung hervor; nur bei der Verwandlung des Amylons in Albumin bildet der aufgenommene Sauerstoff keine Kohlensäure, nicht aber aus dem Grunde wie Liebig meint!); es wird Kohlensäure abgeschieden, deren Kohlenstoff und Sauerstoff von einer Materie (von welcher?) aus dem Blute stammen." *)

Hiermit schließe ich den Respirationsproceß; ich zeige nun, bei welchen anderen organischen Processen Kohlensäure erscheint, und ziehe zunächst die Entstehung der organischen Basen in Betrachtung.

7) Entstehung der Pflanzen-Alkaloide.

Die organischen Basen, welche sämmtlich Stickstoff, und zwar in solchem Verhältniß enthalten, daß derselbe auf 1 At. der Base 1 Aequivalent Ammoniak entsprechend ist, gehören zu den merkwürdigsten Verbindungen, welche in der Pflanzenwelt auftreten, welche in den Zellen erzeugt werden; sie sind ausgezeichnet durch ihre Giftigkeit, durch ihre medicinischen Wirkungen. Der größte Theil derselben ist von bitterem Geschmack und von alkalischer Reaction.

*) l. c. pag. 52. Vergl. auch pag. 288.

Trotz aller giftigen Wirksamkeit der Alkaloïde sind dieselben für die Pflanze selbst durchaus unschädlich, und es ist eine Thorheit, wenn Schleiden *) sagt, daß sich nicht selten Secrete bilden, welche der Zelle schädlich wären, wenn dieselben nicht durch von Außen aufgenommene unorganische oder gleichzeitig neu gebildete organische Stoffe neutralisirt würden, z. B. Oxalsäure durch den von Außen aufgenommenen Kalk (sic!), die meisten Alkaloïde durch die zugleich erzeugten organischen Säuren u. s. w.

Aber überall in der Natur, in jedem Organismus, sei er animalisch oder vegetabilisch, spricht sich die Zweckmäßigkeit aus, überall stoßen wir auf Teleologie; nirgends, in keinem Organismus wird Etwas für diesen schädliches hervorgebracht, es sei denn, daß solches durch äußere, zufällige Verhältnisse bedingt werde. Die Natur thut sonst nur das Vernünftige, und zwar thut sie es bewußtlos, eben weil sie die objective oder seiende Vernunft ist.

Im entgegengesetzten, oder obigen Falle wäre die Natur nichts Vernünftiges, sie wäre ein Unvernünftiges, und wenn dieses, das Unvernünftige, sich einmal geltend machen würde, so würde in Folge der eintretenden Störungen allem weiteren Fortbilden bald ein Ziel gesteckt werden. Mittel, welche die störenden Momente aufheben, sind nicht immer vorhanden.

Und wir wissen nun, daß in gewissen Fällen Alkaloïde in Menge erzeugt werden, ohne daß neutralisirende Materien vorhanden sind, oder, wenn dies, so nicht das nothwendige Quantum, — in keinem Falle geschiehet dem Vegetabil Nachtheil. Alles, was der Organismus im normalen Zustande erzeugt, ist seinem Wesen entsprechend, und kann es auch nur sein.

Wie jede besondere Pflanze ihre eigenthümliche Zellen, Blätter, Blüthen entwickelt, so ist auch der in diesen Organen erzeugte

*) Botanik. S. 248 u. f.

Saft eigenthümlich. Das vegetabilische Leben — dieser perennirende chemische Proceß, d. i. diese fortwährende Bildung und Wiederauflösung des Gebildeten, nämlich sowohl der Zellen selbst, als des Zellen-Inhaltes — ist also in jeder Pflanzen-Species besonders. Es ist daher eine Verkehrtheit, zu sagen, daß man die Bedeutung der vegetabilischen Basen in der Pflanze durchaus noch nicht kenne, oder, daß man überhaupt von der Bedeutung der s. g. Secretionsstoffe für das Leben der Zelle nichts wisse. *) Eine Bedeutung für das Leben der Zelle oder der Pflanze haben aber diese Stoffe nicht, indem vielmehr die aus der Idee der Pflanze resultirende besondere Zellenbildung und somit durch diese vermittelte eigenthümliche Bildung der Säfte, dieser specifische Bildungs- und Destructionsproceß, das Leben der Pflanze selbst ausmacht.

Dieses Erzeugen oder Bilden und dieses beständige Sichaufheben des Gebildeten tritt in den verschiedenen Entwickelungsperioden verschieden auf. Wie mit der Aenderung der Zellen in ihrer Cohäsion und der hiermit wechselnden, entweder gesteigerten oder verminderten, Thätigkeit oder Seelenhaftigkeit derselben eine Aenderung des Zellen-Inhaltes verbunden ist, werden wir in der Folge immer mehr erkennen.

Auf die Nichtigkeit der Ansicht, daß als die Ursache, durch welche die Umwandlung der Stoffe bei dem Secretions-Processe vor sich gehe, die Lebenskraft anzusehen sei, unter deren Herrschaft die chemischen Umwandlungen vor sich gehen, **) mache ich unsere Naturforscher zum letzten Mal aufmerksam, mit der Bitte,

---

*) Vergl. Meyen, l. c. pag. 308, ferner Schleiden, Botanik. S. 250.

**) Meyen, l. c. pag. 370.

dieſelbe von jetzt an auf ewig aus ihren Wiſſenſchaften verbannen zu wollen.

Was nun die Geneſis der organiſchen Baſen betrifft, ſo ſind ſie zunächſt das Reſultat des Zerſetzungsproceſſes des vegetabiliſchen Eiweißes. So gehet aus demſelben in Papaver somniferum das Narcotin unter Bildung von 3 Atomen Ammoniak hervor, welches Ammoniak theils in die Atmoſphäre tritt, theils von organiſchen Stoffen zurückgehalten wird.

$$\begin{array}{rl} & C_{40}\ H_{64}\ N_8\ O_{12} = 4 \text{ At. Eiweiß,} \\ - & \quad H_{18}\ N_6 \quad\quad = 3 \text{ At. Ammoniak.} \\ \hline & C_{40}\ H_{46}\ N_2\ O_{12} = \text{Narcotin.} \end{array}$$

Das Eiweiß zerfällt durch die Lebensthätigkeit der Zellen in ſeine Elemente, dieſe kommen zum Fürſichſein, und indem der Stickſtoff in Folge ſeiner großen Verwandtſchaft zum Waſſerſtoff 3 At. Ammoniak bildet, ſchlagen die übrigen Elemente zu Narcotin, — einem nicht alkaliſch reagirenden, geſchmackloſen, in farbloſen glänzenden Prismen kryſtalliſirbarem Alkaloïd zuſammen.

Dieſer Proceß iſt alſo derſelbe, wie der bei der Verwandlung des Asparagin's in Asparaginſäure; wird das Asparagin mit einer Säure oder Baſe erwärmt, ſo theilt es ſich in Ammoniak und in die genannte Säure.

$$\begin{array}{rl} & C_8\ H_{16}\ N_4\ O_6 = 2 \text{ At. Asparagin,} \\ - & \quad H_6\ N_2 \quad\quad = 1 \text{ At. Ammoniak.} \\ \hline & C_8\ H_{10}\ N_2\ O_6 = \text{Asparaginſäure.} \end{array}$$

Außer dem Narcotin hat man im Opium — dem eingetrockneten Milchſafte des Mohns — noch einige andere Alkaloïde nachgewieſen, wie das Morphin, Codeïn, Thebaïn, Narceïn, und in gewiſſen Opiumſorten noch das Pſeudomorphin und Porphyroxin.

Durch Zerſetzung des Narcotin's kommt, unter Kohlenſäure- und Waſſerbildung, Morphin, = C_{36} H_{38} N_2 O_6 zur Erſcheinung.

Narcotin	C_{40}	H_{46}	N_2	O_{12}
Hierzu 6 At. Sauerſtoff . .				O_6
	C_{40}	H_{46}	N_2	O_{18}
Hievon ab 4 At. Waſſer . .		H_8		O_4
	C_{40}	H_{38}	N_2	O_{14}
Ferner ab 4 At. Kohlenſäure.	C_4			O_8
bleibt	C_{36}	H_{38}	N_2	O_6.

Es bilden hierbei zuerſt 6 At. Sauerſtoff des Narcotin's 2 At. Kohlenſäure und 2 At. Waſſer, worauf der hinweggenommene Sauerſtoff durch atmoſphäriſchen ſubſtituirt wird; allein auch dieſer ſchlägt wieder mit 2 At. Kohlenſtoff und 4 At. Waſſerſtoff zur Identität zuſammen, und es bleiben ſomit für das Morphin 6 At. Sauerſtoff zurück.

Während das Narcotin ohne Geſchmack und ohne alkaliſche Reaktion iſt, ſo reagirt dagegen das Morphin alkaliſch und zeigt einen ſchwach bitteren Geſchmack. Und ähnlich wie das Morphin, verhalten ſich in dieſer Hinſicht das Codeïn und Thebaïn.

Aus Morphin entſtehet Codeïn, = C_{35} H_{38} N_2 O_4, und aus Codeïn wird Thebaïn = C_{25} H_{28} N_2 O_4.

Mit der Abnahme oder der Verminderung des Narcotin's, muß alſo ſtets eine Zunahme des Morphin's erfolgen u. ſ. f. Und in der That finden wir auch eine geringe Menge Narcotin ſtets von einem Maximum von Morphin begleitet; alſo da, wo viel Morphin, iſt wenig Narcotin, und wo viel Narcotin, da iſt wenig Morphin.

Als Beiſpiel, daß die angeführte Entſtehungsweiſe die richtige

ist, führt ich aus einigen Analysen nur den Procent-Gehalt des Morphin's und Narcotin's verschiedener Opiumsorten an: *)

Morphin .	9,25.	20,00.	16,50.	6,85.	4,10.	2,84.	10,30.
Narcotin .	7,55.	6,25.	9,50.	33,00.	8,15.	7,70.	1,30.

Was Liebig über den Grund der Entstehung organischer Basen sagt, ist nach dem Vorhergehenden falsch. Uebrigens ist es eine höchst verkehrte Ansicht, daß in den Trieben der Kartoffeln, wenn sie in einem Keller wachsen, deßhalb ein Alkali, das Solanin, erzeugt werde, weil ihnen hier die Erde, dieses Magazin unorganischer Basen fehle, und daß in manchen Opiumsorten, worin sich keine Mekonsäure finde, diese durch eine unorganische Säure vertreten sei u. s. w. **). Hiervon jedoch später.

Beachtenswerth sind die beiden höchst giftigen Alkaloide: das Strychnin und Brucin; sie finden sich in den Strichnos-Arten, namentlich in den Ignatiusbohnen, — den Früchten von Strychnos Ignatii, und den Krähenaugen, — den Früchten von Strychnos Nux vomica. Beide Basen sind von alkalischer Reaction und von höchst bitterem Geschmack; beide verhalten sich übrigens sehr ähnlich.

Auch in diesen Pflanzen ist es das Eiweiß, aus dessen Vernichtung die genannten Alkaloïde resultiren. Aber zunächst tritt Bildung von Narcotin und Morphin ein; anstatt jedoch alsdann letztere Base, wie im vorhergehenden Fall, eine Verwandlung in Codeïn erfährt, so gehet dieselbe in diesen vegetabilischen Gebilden, also unter anderen Lebensverhältnissen, in Brucin, $= C_{32} H_{36} N_2 O_8$, über, und indem dieses zum Theil seine Existenz aufhebt, resultirt aus dem Processe das Strychnin $= C_{30} H_{32} N_2 O_3$.

---

*) Vergl. Berzelius, Lehrbuch der Chemie. Bd. VII. S. 285 f.

**) l. c. pag. 92 f.

Es gehet dieſe Metamorphoſe unter Kohlenſäure- und Waſſerbildung in derſelben Weiſe vor ſich, wie die Verwandlung des Narcotin's in Morphin.

Brucin	$C_{32}\ H_{36}\ N_2\ O_6$
Hierzu 3 At. Sauerſtoff . .	O_3
	$C_{32}\ H_{36}\ N_2\ O_9$
Hiervon ab 2 At. Waſſer . .	$H_4\ O_2$
	$C_{32}\ H_{32}\ N_2\ O_7$
Ferner ab 2 At. Kohlenſäure .	$C_2\ O_4$
bleibt	$C_{30}\ H_{32}\ N_2\ O_3$.

Alſo: $C_{32}H_{36}N_2O_6 + O_3 = 2H_2O + 2CO_2 + C_{30}H_{32}N_2O_3$.

In den Strychnos-Arten erhalten ſich alſo das Narcotin und Morphin nicht, ſie ruhen ſich nicht aus, ſondern ſchreiten raſch weiteren Metamorphoſen entgegen. Es verhält ſich alſo dieſer Proceß ähnlich, wie der Bildungsproceß der Ameiſenſäure aus Traubenzucker durch Einwirkung oxydirender Mittel, z. B. des Bleiſuperoxyds. Der Zucker verwandelt ſich hierbei zuerſt in Alkohol, dieſer ſodann in Aether, der Aether in Aldehyd, aus dieſem wird Eſſigſäure und aus dieſer endlich die Ameiſenſäure. *)

*) Auf dieſelbe Weiſe wird letztere Säure in den Ameiſen erzeugt; ſie entſteht hier aus den aufgenommenen, meiſtens Zucker-haltigen Säften. In dem Körper der Bienen erleidet der Zucker eine andere Verwandlung, z. B. in Wachs, jedoch nicht unmittelbar, ſondern zuerſt in eine Fettart. Und eine andere Verwandlung erfährt er in den Organen der Fliegen, u. ſ. w. Zu unterſuchen ſind nun auch die verſchiedenen Stoffe, welche in den Käfern gebildet werden. So der weiße fettige Saft der Drehkäfer, Gyrinus; die beim Berühren des ſ. g. Maiwurms, Meloë, aus allen Gelenken hervorbrechenden gelben Tropfen; dann die gelben Tropfen von Coccinella, z. B. C. septempunctata; dann die ſtark nach Moſchus riechende Maſſe in Cerambyx moschatus, wie die ähnliche in den Staphylinus-Arten u. ſ. w.

In anderen vegetabilischen Organismen, wie in den China-Arten, schreitet der Proceß fort, bis eine Verbindung, bestehend aus $C_{20} H_{24} N_2 O_2$, erscheint; diese Verbindung ist das Chinin. Unter Wasserbildung entsteht daraus das Cinchonin = $C_{20} H_{22} N_2 O$. *)

Sehr weit gehet der Verwandlungs-Proceß in Conium maculatum, dem Schierling; es kommt hier das höchst giftige, einen betäubenden Geruch und widrigen, scharfen Geschmack zeigende Conitin zum Vorschein, die Identität von $C_{12} H_{28} N_2 O$. Bei weiteren Metamorphosen, wie in den Thee- und Kaffeesträuchern, erzeugt sich endlich das schwach bitter schmeckende Caffein, = $C_4 H_5 N_2 O$.

So treten nun in den verschiedenen Pflanzen-Genus verschiedene vegetabilische Basen auf; in dem Samen von Veratrum Sabadilla und der Wurzel von Veratrum album das schon in sehr geringer Menge heftiges Niesen erregende Veratrin; in den verschiedenen Theilen von Atropa Belladonna das sehr giftige und in geringster Menge Erweiterung der Pupille bewirkende Atropin; in der Wurzel von Cephaëlis Ipecacuanha das in kleinster Quantität Erbrechen bewirkende Emetin. Sodann gehören hierher das Hyoscyamin, Daturin, Aconitin, Colchicin, Chelidonin, dann auch das Piperin, Berberin u. s. w., deren Entstehungsweise wir bis zu der Zeit, wo genauere Analysen, mehrere Entdeckungen und Beobachtungen gemacht worden, aufzuschieben haben; die näheren Charaktere dieser Stoffe gehören nicht hierher, sie gehören in das Gebiet der s. g. organischen Chemie. Wir schließen daher diesen Abschnitt.

---

*) Nicht in allen übrigen Pflanzen, ich meine nicht immer schreitet der Proceß in der obigen Weise fort, sondern in gewissen Vegetabilien erleidet sogleich das Eiweiß eine andere Metamorphose, als die in Narcotin u. s. w.

8) Entstehung der fetten Oele.

Die Fette sind nicht allein im Reich der Thiere, sondern auch in der Pflanzenwelt sehr allgemein. In dieser finden sich dieselben besonders in den Samen. In dem Zellensafte der Samen erscheint das Fett, wie wir durch das Mikroscop erkennen, in Form von Kügelchen; in den Samen der Charen schwimmen neben denselben, nach den Beobachtungen von Meyen, Amylon-Kügelchen umher. In den Zellen gewisser Samen kommt es ganz rein vor in der Fruchthülle, während es in dem Embryo derselben mit anderen Stoffen, mit Eiweiß, Amylon und dergl. vermischt ist. So bei der Olive. Auch in den Samen der Cocus-Nüsse findet sich das Oel in den Zellen des Embryo's und des Eiweißkörpers neben Eiweiß, Gummi und Mannazucker.

Außerdem erscheint nach Meyen fettes Oel auf der Oberfläche der Pollenbläschen; ob aber dasselbe von den Bläschen oder den Mutterzellen erzeugt wird, ist noch nicht ermittelt.

Aber nicht allein in den Samen der Gewächse, auch in anderen Pflanzentheilen, wie in den Wurzeln tritt das fette Oel auf. So z. B. in der Wurzel von Cyperus esculentus, Aspidium Filix mas, Helianthus tuberosus, Paeonia officinalis u. s. w., jedoch immer nur in geringer Quantität.

Im thierischen Körper kommt das Fett ebenfalls in Form von Kügelchen in Flüssigkeiten schwimmend vor, zum Theil aber auch in Geweben abgelagert u. s. w.

Also der animalische und vegetabilische Organismus besitzen in gewissen Entwickelungs-Perioden dieselbe verwandelnde Kraft. Daß auch schon im Pflanzenkörper Eiweiß, diese vegeto-animalische Substanz, auftritt, daß ferner die in fast allen Flüssigkeiten des Thierkörpers enthaltene Milchsäure auch im Reich der Pflanzen, wiewohl bis jetzt nur in einigen Strychnos-Arten entdeckt, zur Erscheinung kommt, das zeugt von der innigen Verbindung der beiden s. g. organisirten Reiche, und da auch die

Mineralwelt stets mit im Spiele ist, von der Einheit aller drei. Wir sehen, wie schon in den vegetabilischen Gebilden die Tendenz zu animalischen Produktionen sich regt und zeigt, ja wie schon im Mineralreich den pflanzlichen Gestaltungen ähnliche Formen erscheinen, wie z. B. die Bildung der Dendriten. *) Und Alles dies zeugt von Einer Kraft!

Zur Entstehung von Ameisensäure aus Zucker, Stärke und dergl. bedürfen diese einer äußeren Einwirkung, und ist diese die entsprechende, so wird Ameisensäure in die Erscheinung gesetzt, gleichviel ob es durch die Aeußerung oder Infektion der inneren Organe der Ameise, — also eines lebenden Wesens, oder ob es in unserem Laboratorium durch Destillation eines Gemenges von Zucker u. dergl. mit verdünnter Schwefelsäure und Manganſuperoxyd geschieht.

Einleuchtend wird es nun wohl dem Physiologen sein, er wird erkennen, daß die Genesis der fetten Oele im thierischen Körper dieselbe sei, wie im Organismus der Pflanze, und zwar, daß die Fette in beiden ihre Entstehung der Zersetzung von Eiweiß verdanken. Denn in vielen Pflanzen findet man nichts, als Schleim, Amylon, Eiweiß und Oel.

Aber über dergleichen Verwandlungen vermögen sich unsere Physiologen immer noch keine Rechenschaft zu geben. So vernahm

*) Wir brauchen nur um uns zu blicken, und wir finden überall, in der gesammten Natur ähnliche Formen; wir erkennen, daß Alles aus Einem Grund hervorgegangen. — In der Mineralwelt schon finden wir eine Andeutung der Faserform, wie z. B. in dem Amianth oder Bergflachs. Gewisse Pflanzen zeigen im Aeußern Aehnlichkeit mit Thieren. — Viele niedere Thiere besitzen Organe, in welcher Hinsicht sie mit höheren Thieren übereinstimmend sind. — Aber auch umgekehrt finden sich in Thieren Organe, welche im Aeußeren von Pflanzentheilen kaum zu unterscheiden sind. So sind die Flügel einer gewissen Heuschrecke ganz ähnlich gewissen Pflanzen-Blättern, u. s. w.

ich in den physiologischen Vorlesungen eines sehr anerkannten Physiologen die Worte: Tauben, Hühner, fressen Körner, es entsteht daraus Fett, aber wie und auf welche Weise, das ist bis jetzt unbegreiflich! *)

Es entsteht nun, sage und behaupte ich, zunächst, indem sich 8 At. (nach der gewöhnlichen Annahme 2 Atome) Eiweiß zersetzen, und die Elemente von 1 At. Wasser nebst 46 At. Sauerstoff hinzutreten: 1 At. Elaïn, = $C_{47} H_{82} O_5$, 8 At. Ammoniak und 33 At. Kohlensäure.

Es bilden sich vorerst zwei Sphären, worauf sämmtlicher Stickstoff Ammoniak erzeugt, und somit 82 At. Wasserstoff zurückbleiben. Sodann findet Elementen-Austausch statt, nämlich 7 At. Sauerstoff treten in die gegenüberstehende Sphäre über, und diese gibt dafür 7 At. Kohlenstoff ab; es bleiben hier also 33 At. Koh-

*) Auch selbst Prof. Heusinger sagt (vergl. Physiol. S. 79): „Dieser ausgeschiedene Chylusstoff ist der eigentlich nahrhafte Theil der Speisen, welchen der Organismus anziehet und sich anbildet. Nur diese lebendige Einwirkung und Anziehungskraft des Organismus auf die Nahrung erklärt diesen Proceß, über den uns die Chemie wohl nie genügenden Aufschluß geben wird." Aber nur die Chemie, sage ich, vermag solches, und zwar mit Leichtigkeit zu interpretiren.

Es ist überhaupt noch unter vielen Gelehrten der Gegenwart die höchst falsche Ansicht herrschend, daß der Organismus z. B. aus einem Einfachen durch die lebendige Einwirkung das Unterschiedene erzeuge. Es gehört solches aber der Vergangenheit an; denn schon Harvey sagte (exerc. de gener. animal. pag. 235 ff.): „*Majus* enim et *diviuius* inest in generatione animalium mysterium, quam simplex *congregatio*, alteratio et *totius* ex *partibus compositio*: quippe totum suis partibus prius constituitur, et decernitur; mistum prius quam elementa." In jener Zeit nur hat das organisirende Leben aus Einem Bildungsstoffe, — dem Aether, Alles geschaffen! Alles, alle Elemente werden sich dereinstens wieder indifferenziren, werden wieder in den Aether zurückkehren! —

lenstoff, und in der anderen Sphäre 5 At. Sauerstoff und 82 At. Wasserstoff. Zu den 20. At. Sauerstoff, welche die Sphäre mit 33 At. Kohlenstoff enthält, müssen also nothwendig noch 46 At. Sauerstoff hinzutreten; denn $C_{33} + O_{20} + O_{46} = 33\ CO_2$. Somit wäre obiger Lehrsatz bewiesen. Die Richtigkeit mag auch noch durch Folgendes veranschaulicht werden:

Eiweiß	C_{80}	H_{128}	N_{16}	O_{24}
Hierzu 1 At. Wasser		H_2		O
Ferner 46 At. Sauerstoff . .				O_{46}
	C_{80}	H_{130}	N_{16}	O_{71}
Hiervon ab 8 At. Ammoniak .		H_{48}	N_{16}	
	C_{80}	H_{82}		O_{71}
Ferner ab 33 At. Kohlensäure .	C_{33}			O_{66}
bleibt	C_{47}	H_{82}		O_5.

Dieser Proceß ist also derselbe, wie der bei der Entstehung der Ameisensäure aus Caffeïn. Es wurde nämlich schon in der Einleitung bei den „Metamorphosen unter Ammoniakbildung" erwähnt, daß das Caffeïn beim Kochen mit Alkali neben Zersetzung von Wasser und Hinzutretung von Sauerstoff ebenfalls in eine Stickstoff-lose Substanz, — in Ameisensäure verwandelt wurde, und zwar unter Entbindung von Kohlensäure und Ammoniak.

Caffeïn	C_8	H_{10}	N_4	O_2
Hierzu 2 At. Wasser		H_4		O_2
Ferner 11 At. Sauerstoff . .				O_{11}
	C_8	H_{14}	N_4	O_{15}
Hiervon ab 2 At. Ammoniak .		H_{12}	N_4	
	C_8	H_2		O_{15}
Ferner ab 6 At. Kohlensäure .	C_6			O_{12}
bleibt	C_2	H_2		O_3.

Der „Beweis" iſt in der Einleitung, S. 84 f., zu finden.

Aus dem Elaïn, welches ein farb-, geruch- und geſchmackloſes, erſt bei hohen Kältegraden erſtarrendes Oel darſtellt, und den Hauptbeſtandtheil des Mandelöls, Pflaumenkernöls, Baumöls, Rüböls, Senföls u. ſ. w. bildet, entſteht, indem Sauerſtoff aus der Atmoſphäre hinzutritt, unter Bildung von Kohlenſäure und Waſſer das Margarin, = C_{37} H_{70} O_4.

$$C_{47}\ H_{82}\ O_5 + O_{25} = 6 H_2 O + 10 CO_2 + C_{37}\ H_{70}\ O_4.$$

Die 5 At. Sauerſtoff des Elaïns bilden mit 10 At. Waſſerſtoff 5 At. Waſſer, worauf der Sauerſtoff ſubſtituirt, jedoch alsdann noch 1 At. Waſſer erzeugt wird, und es bleiben für das Margarin 4 At. Sauerſtoff übrig. Hierauf ſtellt ſich Gleichgewicht ein, es treten auch 10 At. Kohlenſtoff aus. Dieſer Kohlenſtoff aber bedarf zur Verbrennung 20 At. Sauerſtoff, und $O_{20} + O_5 = O_{25}$.

Alſo:

Elaïn	C_{47}	H_{82}	O_5
Hierzu 25 At. Sauerſtoff . .			O_{25}
	C_{47}	H_{82}	O_{30}
Hiervon ab 6 At. Waſſer . .		H_{12}	O_6
	C_{47}	H_{70}	O_{24}
Ferner ab 10 At. Kohlenſäure .	C_{10}		O_{20}
bleibt	C_{37}	H_{70}	O_4.

Das Margarin, welches in vollkommen reinem Zuſtande noch nicht bekannt, iſt enthalten im Baumöl, Lorbeeröl u. ſ. w.; in der Thierwelt macht daſſelbe den Hauptbeſtandtheil der Schmalzarten aus, z. B. des Gänſe- und Schweinefettes, wie auch des Menſchen-Fettes.

Nahe verwandt mit dem Margarin iſt das Stearin, welches den hauptſächlichſten Beſtandtheil der Cacaobutter, wie der Talgarten des Thierreichs, z. B. des Rinder- und Hammeltalgs, bildet.

Das Stearin gehet unter gewissen Lebensveränderungen sowohl in der Pflanzen-, wie in der Thierwelt aus dem Margarin hervor, ja es ist nichts, als eine Verbindung von Margarin mit Margarinsäure.

$$C_{37}\ H_{70}\ O_4 = \text{Margarin,}$$
$$+\ C_{34}\ H_{66}\ O_3 = \text{Margarinsäure.}$$
$$C_{71}\ H_{136}\ O_7 = \text{Stearin.}$$

Die Ansicht, als sei das Margarin eine binäre Einheit von Margarin mit Glycerin ($C_3 H_4 O$), und als sei das Stearin stearinsaures Glycerin, das Elaïn aber elaïnsaures Glycerin u. s. w. ist verwerflich. Denn obgleich die genannten Fettarten durch die Infektion starker Salzbasen, der Alkalien, eine Metamorphose in Glycerin und eine Fettsäure erleiden, so dürfen wir uns dennoch nicht dem Glauben hingeben, als seien die beiden entstehenden Verbindungen als ideelle Pole in dem Elaïn, Stearin u. s. w. enthalten, wie etwa die Säure und Base, die Salpetersäure und das Kali in dem Salz, dem Salpeter. Das Margarin, Stearin, Elaïn und Oleïn sind vielmehr eine unmittelbare Einheit ihrer Elemente, es sind ternäre, und nicht binäre Einheiten.

Die Alkalien disponiren z. B. das Margarin sich in seine Bestandtheile aufzulösen, und in dem Momente, wo dieselben zum Fürsichsein kommen, in Freiheit gesetzt werden, erwacht sogleich wieder die Neigung, das Streben zu neuen Einigungen; es ist hier Neigung zur Bildung von 3 Atomen Kohlensäure und 2 At. Wasser vorhanden, allein diese Neigung wird nicht verstärkt, es wird der Kohlen- und Wasserstoff nicht bis zu dem Grade begeistet, um eine wirkliche Verbrennung erfahren zu können. Daher nehmen denn die 3 At. Kohlenstoff und 4 At. Wasserstoff nur 1 Atom Sauerstoff auf und bilden das Glycerin.

In pflanzlichen oder thierischen Organen, in welchen Stearin erscheint, muß sich also auch freies Glycerin vorfinden, welches

aus der Margarin-Zersetzung resultirte. Und in der That hat man in einigen Gewächsen freies Glycerin entdeckt. So in den Früchten der Palmen. In anderen vegetabilischen Theilen wird man es ebenfalls finden.

In dem Oel der Palmen finden wir das Palmitin, oder, nach jener Ansicht, das palmitinsaure Glycerin. Es ist die Einheit von $C_{35} H_{66} O_4$. Aus dem Margarin erzeugt sich dasselbe, indem Sauerstoff hinzutritt, unter Kohlensäure- und Wasserbildung.

$$C_{37} H_{70} O_4 + O_6 = 2 H_2 O + 2 CO_2 + C_{35} H_{66} O_4.$$

Wie haben wir diesen Proceß zu denken? Und aus welchem Grunde treten 6 At. Sauerstoff hinzu? — Es bildet der freigewordene Sauerstoff des Margarin's 2 At. Wasser, und es bleiben somit 2 At. Sauerstoff übrig; aber es wird der hinweggenommene Sauerstoff durch atmosphärischen substituirt. Es sind also jetzt wieder 4 At. vorhanden, welche jedoch, da die Energie des Processes gestiegen, 2 At. Kohlensäure bilden; allein auch dieser Sauerstoff wird wieder ersetzt.

In Pflanzen-Organen, wo der Proceß weiter fortschreitet, wo auch das Palmitin seine Existenz nicht zu behaupten vermag, wie in dem Kern der Cocusnüsse, gehet dasselbe in Cocin, = $C_{30} H_{58} O_4$, über.

Die weitere Metamorphose, welche das Cocin erleidet, ist die in Myristicin, = $C_{30} H_{38} O_4$ (?). So in den Muscatnüssen. Das Myristicin (myristicinsaure Glycerin) charakterisirt sich durch seine schwierige Verseifbarkeit. *) Es krystallisirt in schönen, Seide-

*) Seifenbildungs-Proceß nennt man die Zersetzung der Fette durch Alkalien, und zwar weil hier das zur Erscheinung kommt, was man Seife nennt. Unsere weiße Seife ist stearin- oder margarinsaures Natron, die schwarze aber öl- oder elainsaures Kali.

glanz zeigenden Nabeln, was schon auf ein verschiedenes Verhalten hindeutet.

In anderen Pflanzengebilden, wie z. B. in den Kernen von Ricinus communis, in dem Samen von Croton Tiglium u. s. w. finden wir andere, eigenthümliche fette Oele.

In allen diesen Fällen ist, wie die Analysen beweisen, mit dem Zunehmen des Oels eine stete Verminderung des Eiweißes verbunden, ja in den Samen gewisser Gewächse ist neben einer großen Menge von Oel keine Spur mehr von vegetabilischem Eiweiß zu entdecken.

Wenn daher Meyen *) sagt, daß im reifen Zustande alle jene Samen keine Spur von Amylon zeigen, in den früheren Entwickelungsperioden jedoch das Amylon in den Zellen des Embryo's ganz deutlich nachzuweisen sei, und daß folglich das Amylon später aufgelöst und in fettes Oel umgewandelt werde, so ist dies dahin zu berichtigen, daß es nicht das Amylon sei, welches in diese Fette unmittelbar übergehe, sondern das aus dem Amylon entstehende Eiweiß. Gut sagt aber Meyen, daß bei dem Keimungsproceß der Oel-haltenden Samen das Fett in Schleim aufgelöst und zur Ernährung verbraucht werde. Aus Elaïn z. B. wird (wie aus Phloridzin das Phloridzeïn, jedoch nach einem anderen Gesetz), indem Ammoniak und Sauerstoff in's Spiel kommen, unter Kohlensäure- und Wasserbildung Eiweiß erzeugt, und das Eiweiß metamorphosirt sich, indem Sauerstoff aus der Atmosphäre hinzutritt, unter Entwickelung von Kohlensäure und Ammoniak in Pflanzenschleim. Dieser wird dann zur Bildung von Zellen, Zucker und dergl. verwendet; außerdem kommt hier kein Schleim zur Erscheinung, der Keim vermag das kohlensaure Wasser nicht zu zersetzen. Und so ist es klar, weshalb

*) l. c. pag. 293.

ein keimendes Samenkorn Kohlensäure, und keinen Sauerstoff entwickelt. —

In gewissen Pflanzen, bemerke ich schließlich, durchläuft das aus dem vegetabilischen Eiweiß entspringende Claïn nicht die verschiedenen, genannten Metamorphosen, sondern es verwandelt sich das Fett, oder auch wohl selbst das Eiweiß sogleich in ein gewisses Elaeoptôn oder Stearoptôn, aus welchen dann die ätherischen Oele resultiren.

9) Entstehung der flüchtigen Oele und der Harze.

Die ätherischen Oele, welche die Ursache des Geruchs der pflanzlichen Gebilde sind, treten in den verschiedensten Theilen auf; in gewissen Pflanzen wird in allen Theilen ein ätherisches Oel erzeugt, in anderen dagegen nur in besonderen Organen. Es erscheint das Oel in dem Safte der Zellen entweder in Form von Kügelchen oder Tröpfchen, oder gestaltlos; in letzterem Fall, wenn es in größerem Quantum auftritt. Aber nicht allein in den Zellen der Pflanzen, auch in den Drüsen wird ätherisches Oel erzeugt. *)

*) Daß die s. g. Secretionen von der Zellenmembran bewirkt werden, daß die Membran nämlich mit ihrer Fläche absondere, und das Abgesonderte, das Secret, in das Innere der Zelle ablagere, ist nach dem Vorhergehenden grundfalsch, da der Vorgang ganz einfach der ist, daß durch die Infektion der Zelle auf den Zelleninhalt dieser die bestimmte Metamorphose erleidet. Daß aber durch die Zusammenhäufung mehrerer Zellen (was man eine zusammengesetzte Drüse nennt) eine besondere Spannung entstehe und somit eigenthümliche Stoffe aus dem Zelleninhalte gebildet werden, ist klar. Die Benennung Drüse betreffend, so kann man diesen Ausdruck für die Zusammenhäufung mehrerer Zellen wohl gebrauchen (obgleich hier nicht in dem Sinne von Drüsen wie im animalischen Organismus die Rede sein kann,

Dieſe Oele ſtellen theils feſte, theils liquide Körper dar, und ſind beſonders durch ihren ſtarken Geruch und brennenden Geſchmack charakteriſirt; ſie ſind löslich in Alkohol, aber nur wenig löslich in Waſſer; es verbrennen dieſelben mit ſtark rußender Flamme; ſie ſind nicht fettig anzufühlen, und ein durch dieſelben auf Papier bewirkter Fleck verſchwindet gänzlich (wenn das Oel rein iſt), indem man das Papier erwärmt; aber der durch die vorhergehenden Oele entſtandene Fleck iſt nicht zum Verſchwinden zu bringen.

Nicht alle flüchtigen Oele ſind die Einheit dreier Elemente, ſondern mehrere, wie das Terpenthinöl, Citronenöl, Wachholderöl u. ſ. w., ſind frei von Sauerſtoff, ſie ſind blos die Identität von Kohlenſtoff und Waſſerſtoff; andere dagegen, wie der Campher, das Aniſöl, Cajeputöl u. ſ. w., ſind Sauerſtoff-haltig, es ſind dies wahrhafte und nicht pſeudoorganiſche Körper.

Der Campher z. B. tritt nun in der Zelle auf die Weiſe hervor, daß jenes aus $C_{20} H_{10} O_2$ beſtehende Stearoptén durch die Zellenthätigkeit in ſeine Elemente zerfällt, und aus dieſen zunächſt 2 At. Cajeputöl entſtehen, indem der Sauerſtoff Waſſer bildet und durch neuen aus der Atmoſphäre ſubſtituirt wird.

Setzen wir die Hälfte der Atome des Stearoptén's:

$$C_{10} H_{20} O + O = H_2 O + C_{10} H_{18} O.$$

Und indem bei gewiſſen eintretenden Zellenſpannungs-Verhältniſſen das Cajeputöl eine Verwandlung nach demſelben Geſetze erfährt, erſcheint der Campher, $= C_{10} H_{16} O$.

$$C_{10} H_{18} O + O = H_2 O + C_{10} H_{16} O.$$

---

denn hier ſind ſie aus Nerven, Arterien, Venen, Lymphgefäßen zuſammengeſetzt); allein eine einzelne Zelle mit dem Ausdruck Drüſe zu bezeichnen, iſt verkehrt. Man ſiehet übrigens, wie ſchon in der Pflanzenwelt die Drüſen-Bildung beginnt.

Wird aber bei der Zerlegung des Cajeputöls der hinweggenommene Sauerstoff nicht wieder ersetzt, so kommt das Terpenthinöl, $= C_{10} H_{16}$, zum Vorschein.

$$C_{10} H_{18} O = H_2 O + C_{10} H_{16}.$$

So treten also die Sauerstoff-freien flüchtigen Oele in die Existenz!

Meyen faßt die Genesis dieser Oele anders und sagt: „Die Bildung dieser Kohlen-Wasser-stoffigen Verbindungen in den Pflanzen sind schwieriger zu erklären, als die Bildungen der assimilirten Nahrungsstoffe, welche meistens als Kohlen-Hydrate anzusehen waren (!); zur Darstellung der ersteren Stoffe ist wohl die Zersetzung eines Theils des Wassers nöthig, dessen Sauerstoff dann zu verschiedenen Zwecken verbraucht werden kann, indem die Pflanzen ja auch beständig Sauerstoff einathmen (aber nicht der Sauerstoff des Wassers, sondern der der Kohlensäure wird, wie früher gesagt, in der Pflanze verwendet; die ganze Ansicht ist übrigens höchst einseitig, ja der Proceß unmöglich!)." *)

Nun, dieselbe Ansicht hegt selbst der Chemiker aller Chemiker; denn sagt dieser: „Der Assimilationsproceß der Pflanze in seiner einfachsten Form stellt sich dar als eine Aufnahme von Wasserstoff aus dem Wasser und von Kohlenstoff aus der Kohlensäure, in Folge welcher aller Sauerstoff des Wassers und aller Sauerstoff der Kohlensäure, wie bei den flüchtigen sauerstofffreien Oelen, dem Kautschuck u. s. w., oder nur ein Theil dieses Sauerstoffs abgeschieden wird." **) Wohl alle unsere Chemiker nehmen diese Ansicht

*) l. c. pag. 491.

**) l. c. pag. 61 und 62, oder 5. Aufl. S. 47. Liebig sagt auch in dieser Auflage noch dieselben Worte.

als Wahrheit an. So auch Winkelblech. *) Der große Botaniker Mohl erwiedert aber auf diese Ansicht über die Entstehungsweise der Kohlenwasserstoff-Verbindungen sehr treffend: „Wenn diese Vorstellung (und weiter ist's auch in der That nichts!) für uns irgend einen Werth haben sollte, so müßte vor Allem entschieden oder auch nur wahrscheinlich sein, daß diese Verbindungen sich wirklich aus Wasser und Kohlensäure bilden, und nicht aus anderen organischen Verbindungen; wenn aber das letztere der Fall ist, wenn ätherische Oele ꝛc. in Folge der Einwirkung verschiedener organischer Substanzen auf einander entstanden sind, wenn sie bestimmte Metamorphosenstufen der vegetabilischen Substanz darstellen, dann ist von Zersetzung von Kohlensäure und Wasser keine Rede u. s. w." **)

Meine oben angeführte Ansicht über die Entstehung der Sauerstoff-freien Oele ist nun, sage ich, die allein wahrhafte, die dem Begriffe ganz entsprechende; auf keine andere Weise können diese

*) Bemerkungen zu Schleiden's offenem Sendschreiben an Herrn Dr. J. Liebig. S. 11, ferner: Ueber Liebig's Theorie der Pflanzenernährung ꝛc. S. 8. Daß Winkelblech diese nichtige Ansicht Liebig's anerkennt, weiß ich mir nicht anders zu erklären, als daß es demselben an eigenem Urtheil, an eigenem Denkvermögen in dieser Beziehung gänzlich fehlt; denn gewiß würde er sich nicht durch seine polemische Schriftchen gegen Schleiden lächerlich gemacht haben. Schleiden ist nun zwar ein Mann, der zu urtheilen versteht, ein Mann, der ausgezeichnetes Talent für Kritik besitzt; allein es vermag derselbe noch nicht in's Innere der Natur zu dringen, eben weil ihm die Natur noch in einem gewissen Grade fremd ist, und ihm auch als Friesianer ewig fremd bleiben wird. Außerdem würden wir in ihm, stände er auf dem Stande der absoluten Philosophie, einen höchst ausgezeichneten Geist, einen Naturforscher in Wahrheit haben!

**) Dr. J. Liebig's Verhältniß zur Pflanzenphysiologie. S. 30.

Substanzen ihre Existenz finden! Ja! es liegen uns selbst ganz ähnliche Beispiele aus der organischen Chemie vor. Und sollten diese unserem Chemiker fremd sein!

Destilliren wir Aethal, $= C_{32} H_{66} O$, mit wasserfreier Phosphorsäure, so theilt sich dasselbe in Wasser und Aethalöl $= C_{32} H_{64}$.

$$C_{32} H_{66} O = H_2 O + C_{32} H_{64}.$$

Und destilliren wir Campher mit wasserfreier Phosphorsäure, so zerfällt dieser ebenfalls in Wasser und ein aus $C_{10} H_{14}$ bestehendes flüchtiges Oel. U. s. w.

$$C_{10} H_{16} O = H_2 O + C_{10} H_{14}.$$

Im Organismus der Pflanze entsteht nun das Sauerstoffhaltige Anisöl, $= C_{10} H_{12} O$, aus dem Campher nach demselben Gesetz, wie dieser aus dem Cajeputöl; zuerst wird jedoch die Verbindung: $C_{10} H_{14} O$, gebildet.

$$C_{10} H_{16} O + O = C_{10} H_{14} O + H_2 O.$$
$$C_{10} H_{14} O + O = C_{10} H_{12} O + H_2 O.$$

Das Bergamottöl, welches in einer Orange erscheint, ist nichts, als eine Verbindung von 3 At. Terpenthinöl mit 2 At. Wasser, also $= 3 C_{10} H_{16} + 2 H_2 O$. Denn daß derartige Verbindungen im organischen Chemismus, wo überhaupt Alles ganz anders hergeht, als im unorganischen Chemismus, vorkommen, dafür bietet die organische Chemie Belege.

Und so betrachte ich denn auch jenes Nelkenöl, welchem man die empirische Formel: $C_{24} H_{26} O_4$ gibt, als eine Verbindung von Campher mit Benzoësäure, also $= C_{10} H_{16} O + C_{14} H_{10} O_3$. *)

*) Daß sich Campher mit Säuren, z. B. mit Essigsäure, Salpetersäure u. s. w. zu liquiden Körpern vereinigt, ist bekannt. Vielleicht wird es dem, welcher im Besitz von Nelkenöl ist, gelingen, beide Körper daraus

Aber woher hier die Benzoesäure? Sie ist hervorgegangen aus bitterem Mandelöl. Und woher dieses? Aus dem Zimmtöl. Das Zimmtöl findet also hier keinen Aufenthalt, es wird vernichtet.

Wohl aber ist die Existenz des Zimmtöls in den Rinden-Zellen der Zimmtbäume gesichert, wie in Laurus Cinnamomum und Laurus Cassia. Dieses Oel, welches 20 At. Kohlenstoff, 22 At. Wasserstoff und 2 At. Sauerstoff enthält, dürfte nichts anderes sein, als eine Verbindung von: $C_{10} H_{10} + C_{10} H_6 O_2$.

Eine Verbindung von 3 At. Terpenthinöl und 4 At. Wasser stellt das Lavendelöl, $= 3C_{10} H_{16} + 4H_2 O$, dar.

Aehnliche Verbindungen sind das Pomeranzenblüthöl, das Chamillenöl, in den Chamillenblumen, das Kümmelöl, in dem Samen des Kümmels, das Fenchelöl, im Fenchelsamen, u. s. w.

Wir sehen also, daß die meisten dieser Oele bestimmte Einheiten von unterschiedenen Verbindungen sind, und gerade so verhält es sich mit den Harzen.

Diese stellen eigentlich keine besonderen Körper dar, sie sind vielmehr aus der Vereinigung gewisser flüchtigen Oele hervorgegangen. Sie erscheinen in den verschiedensten Pflanzentheilen in Auflösung. Nach Meyen tritt auch in gewissen Vegetabilien Harz in Verbindung mit einem flüchtigen Oel in Form von Kügelchen auf; oft nimmt auch das Harz die ganze Zellenhöhle ein. Außer in wirklichen Zellen werden die Harze auch in eigenthümlichen Behältern erzeugt, zum Theil aber auch in solche abgelagert. *)

---

darzustellen, und wo nicht, so ist dies immer kein Beweis, daß das Nelkenöl keine solche Verbindung sei. Aus dem Eisenoxyd läßt sich ja auch nicht das Superoxyd abscheiden!

*) Auch das Gummi (welches eine Verbindung von 2 At. Schleim mit 1 At. Wasser, nicht aber etwa eine Verbindung von 2 At. Stärke und

So lange die Harze im Innern des Vegetabils noch nicht bis zu einem gewissen Grade in sich erstarrt sind, verharren sie nicht in einem und demselben Behälter, sie werden in Bewegung gesetzt und fortgeführt, und dies durch dieselbe Ursache, wodurch überhaupt die Saftbewegung bedingt wird. *)

Bei dem Heraustreten aus der Pflanze nehmen die Harze unter Erhärtung gewöhnlich eine getropfte Form an, — die einfachste aller Gestaltungen. Sie erscheinen meistens gefärbt, gewöhnlich gelb oder braun, andere roth oder gar grün, während dieselben im gereinigten Zustande farblos, und ohne Geruch und Geschmack, ja einige alsdann krystallisirbar sind. In Wasser sind die Harze unlöslich, aber löslich in Aether, Alkohol und flüchtigen Oelen; sie sind ferner charakterisirt durch ihre Schmelz- und Brennbarkeit. Fast alle gehen mit Salzbasen Verbindungen ein.

Da die Harze im reinen Zustande, wie eben erwähnt, geruch- und geschmacklos sind, so ist in solchen Harzen, welche Geruch verbreiten, dieser von fremden, beigemengten Substanzen, von flüchtigen Oelen herrührend. So besitzt z. B. das aus mehreren Pinus-Arten ausfließende zähe, harzartige Liquidum, — der s. g. Terpenthin, einen brennenden bitteren Geschmack und unangenehmen Geruch. Der Terpenthin ist eine Solution von Harz in Terpenthinöl.

---

1 At. Wasser, oder gar eine Einheit von 1 At. Stärke und 1 At. Traubenzucker, ist) wird, wenn es in Menge erzeugt wird, aus den Zellen in besondere Behälter, in die s. g. Gummi-Behälter abgelagert.

*) Die Bewegung eines concentrirten Saftes von Oben nach Unten durch die Schwere des Saftes zu erklären, ist lächerlich. Ist etwa die Pflanze eine todte Masse? Stellt sie nicht vielmehr einen lebendigen Magneten dar?

Das von dem flüchtigen Oel befreite Harz der Terpenthinarten ist das, was man Colophon nennt. Dieses, das Colophonium, ist wieder aus zwei Harzen bestehend, aus dem s. g. Alphaharz oder der Pininsäure, und dem Betaharz oder der Sylvinsäure. Beide besitzen dieselbe procentische Zusammensetzung, und es sind diese beiden Harze des Pinusharzes nichts, als eine Verbindung von 3 At. Campher mit 1 At. Anisöl, also $= 3\,C_{10}\,H_{16}\,O + C_{10}\,H_{12}\,O$, und nicht eine unmittelbare Einheit von: $C_{40}\,H_{60}\,O_4$, wie alle übrigen Chemiker glauben.

Wie also das Nelkenöl eine Verbindung von Campher mit Benzoesäure ist, so sind diese Harze die Einheit von Campher mit Anisöl. Andere ätherische Oele haben wir als Verbindungen von Terpenthinöl mit Wasser und dergl. erkannt.

Wenn nun die flüchtigen Oele an der Luft sich allmählig in harzartige Substanzen verwandeln, so geschiehet dies nicht, wie man sagt und glaubt, durch Oxydation, sondern blos durch Veränderung der Cohäsionsform; die Oele nehmen eine größere Cohärenz an, sie werden durchscheinend, spröde, und es entstehet das, was wir eben mit der Benennung „Harz" bezeichnen. Denn nicht allein flüchtige Oele, wie etwa das Zimmtöl, kennen wir, welche eine Einheit von Terpenthinöl mit anderen Verbindungen sind, wir haben auch Harze von ähnlicher Constitution.

So ist das im Elemiharz, welches nach gemachten Einschnitten aus Amyris elemifera und Amyris ceylanica fließt, enthaltene krystallisirbare Harz, $C_{40}\,H_{66}\,O$, als eine Verbindung von 3 At. Terpenthinöl mit 1 At. Cajeputöl anzusehen, das ist $3\,C_{10}\,H_{16} + C_{10}\,H_{18}\,O$.

Eine Campher-Verbindung haben wir wieder in dem in der Rinde von Betula alba und B. pubescens vorkommenden und warzenförmig krystallisirbaren Betulin, $= C_{40}\,H_{66}\,O_3$; es ist hervorgegangen aus der chemischen Einigung von 3 At. Campher

mit einer Kohlenwasserstoffverbindung = $C_{10} H_{18}$, welche aus jenem Stearoptén unter Wasserbildung erzeugt wurde. Das Borneolin ist also = $3C_{10} H_{16} O + C_{10} H_{18}$.

Daß der Campher außerdem mit Sauerstoff-freien Oelen Verbindungen eingeht, davon zeugt auch das aus Dryobalanops Camphora erhaltene Elaeoptén, = $C_{20} H_{32} O$, welches die Identität von Campher mit Terpenthinöl ist, nämlich: $C_{10} H_{18} O + C_{10} H_{16}$.

Eine andere Verbindung von Campher mit einem flüchtigen Oel ist das in Copaïfera officinalis, C. multijuga, C. coriacea u. s. w. sich bildende Copaïvaharz, = $C_{40} H_{62} O_4$; es ist = $3C_{10} H_{16} O + C_{10} H_{14} O$, also beinahe mit den Harzen des Colophon's übereinstimmend.

Alle übrigen Harze sind nun ähnliche Verbindungen, wie das Benzoëharz (enthält 3 verschiedene Harze), Guajakharz, Jalappenharz, Drachenblut, Sandarac, Storax, Takamahak u. s. w. —

Hiermit habe ich nun die Entstehungsweise der Harze und der flüchtigen Oele, worüber Meyen *) mit Recht sagt, daß über deren Bildung noch ein tiefes Dunkel schwebe, dargelegt; wir wissen jetzt, wie die Bildung derselben aus dem aufgenommenen Nahrungsstoff zu erklären ist, wir wissen, daß, ehe Harz in den Vegetabilien erscheinen kann, zuerst aus dem aufgenommenen Kohlensäure-haltigen Wasser Schleim erzeugt werden muß, aus diesem Eiweiß, aus diesem dann ein fettes Oel, und hieraus endlich die flüchtigen Oele und Harze; wir wissen also nunmehr, daß nicht unmittelbar aus der Zersetzung von Wasser und Kohlensäure ein flüchtiges Oel u. dergl. entspringt, wie Liebig glaubt, wie wohl alle unsere Naturforscher glauben!

*) l. c. pag. 488.

Während also in manchen Pflanzen der Schleim, — dieses Princip aller vegetabilischen Produktionen, in Eiweiß, und dieses sofort in fett- oder harzartige Substanzen verwandelt wird, so gehet derselbe in anderen pflanzlichen Gebilden größtentheils in Säuren u. s. w. über, ja in andern Pflanzen verharrt er sogar zum größten Theil als solcher, ist hier nur ganz unbedeutenden Metamorphosen unterworfen. So kennen wir eine Alge, welche, wie schon gesagt, fast gänzlich aus Schleim bestehet. Auch der Samen von Linum usitatissimum, die Wurzel von Orchis Morio u. a. enthalten hauptsächlich Pflanzenschleim. Dieses zeugt nur von einer geringen Lebensenergie; denn da, wo sich ein höherer Grad der Thätigkeit ausdrückt, wo das Leben energischer ist, da sind auch die Metamorphosen mannigfaltiger!

Den Assimilationsproceß der Vegetabilien, die Bildung von Säuren, Basen, Oelen, indifferenten Stoffen, haben wir nun hiermit kennen gelernt, und es bleibt uns nun noch die Aufnahme und Assimilation der unorganischen Salze zu betrachten übrig. Ehe wir jedoch hierzu übergehen, ist es von höchster Wichtigkeit, auch Einiges über die die Bildung der genannten Stoffe begleitenden Erscheinungen, ich meine die Erscheinungen des Lichts und der Wärme, zur Sprache zu bringen.

Wirkung der chemischen Processe im Innern der Pflanze.

Wie überall bei chemischen Processen, wie aus der Chemie bekannt, Wärme oder Licht hervortritt, so auch in der Pflanze. Die Activität der Pflanze manifestirt sich theils in der Erscheinung von Wärme, theils in der Erscheinung von Licht.

1) Wärme-Erscheinungen.

Der ganze Vegetations-Proceß offenbart sich als Wärme. Nicht allein die Verbrennung des Kohlenstoffs und Wasserstoffs, auch der Auflösungsproceß des Gebildeten, überhaupt die gesammte Thätigkeit des Pflanzenorganismus deutet sich als das an, was wir mit dem Ausdruck „Wärme" bezeichnen. Dieses Auflösungsstreben, diese Tendenz der Materie zur Fluidisirung, oder, was dasselbe ist, dieser innere Kampf der Körperlichkeit mit sich selbst, spricht sich als Wärme aus, oder ist Wärme. Diese ist somit ein Ideelles, und nicht ein Materielles; sie ist die Seele der Auflösung.

Die Annahme eines „Wärmestoffs" ist eine Fiction des mechanischen Verstandes. Und wenn der große Physiker Ampère die Wärme in Schwingungen des Aethers, — in diesem Moment der Unwissenheit, mit welchem man, obgleich gar nicht existirend, allerlei Unsinn anfängt — bestehen läßt, so ist dies ebenso verkehrt.

Einen Wärmestoff, den auch noch Niemand empirisch aufgezeigt hat, ohne weiteres zu postuliren, ist nicht Sache eines wahrhaften Naturforschers; dieser muß stets auf das letzte Princip zurückgehen, und er müßte also in diesem Falle zeigen, weshalb gerade dieser Stoff ein „erwärmender" sei. Wollte man in diesen wieder einen „unendlich feinen" Wärmestoff setzen, so würde dies nur in's Unendliche fortgehen (gerade so, wie wenn man in die Materie ein psychisches Princip, einen Geist, eine Seele hineinschicken wollte, was freilich immer noch geschieht!).

Aber warum postuliren unsere Naturforscher immer „unendlich feine Materien," wie z. B. auch einen magnetischen, elektrischen, einen Lichtstoff u. s. w.? Ist es nicht gleichviel, ob ich feine oder grobe Materien nehme? Ist nicht, wie schon früher gesagt, die Materie überhaupt ein Seelenhaftes?

Da dieſes immer noch nicht erkannt wird, ſo kommt es denn, daß man das, was die Seele der Körperlichkeit iſt (in unſerem Falle die Wärme), einem anderen Körper beilegt, und dieſen dann allenthalben hinſendet und ſein Spiel treiben läßt. *) Laſſet uns alſo nicht mehr mit jenem großen Phyſiker ſagen: „Il y a donc un *agent* qui est distinct de la substance propre des corps, qui réside dans leur masse, qui se transmet à distance, qui établit une communication continuelle entre eux et nous, et qui est la *cause* des sensations de chaleur ou de froid que nous éprouvons. Cet agent a reçu différens noms: d'abord, confondant la cause avec l'effet, on l'a appelé *chaleur;* ensuite, par des notions plus justes sur son mode d'existence, on l'a nommé *fluide igné*, *matière du feu*, etc.; enfin, à la réforme de la nomenclature chimique, Lavoisier, Bertholet, Morveau et Fourcroy l'ont appelé *calorique*." *)

Wird irgend eine warme Materie mit einer kälteren in Berührung gebracht, ſo zeugt ſich der Kampf, die Auflöſungstendenz des erſteren Körpers in dieſem fort, was bei einigen in Folge der dichten Continuität leicht, in anderen dagegen langſam geſchieht, — gute und ſchlechte Wärmeleiter. Es gehet alſo kein Stoff aus dem einen Körper in den anderen über; denn die Wärme iſt ja kein Ding, was ſich von der Körperlichkeit ablöſt, was entweicht! Und ſomit iſt es denn nun auch unſeren Herrn Chemikern und Phyſikern gewehrt, fernerhin von einem „Binden" der Wärme zu reden. Iſt ein Körper, z. B. Waſſer, zu ſeiner höchſten

*) Eine wahrhaftere Einſicht in das Weſen der Wärme haben jedoch ſchon einige Naturforſcher, wie Hugi, Karſten und Peipers. Dieſe ſchon ſind wenigſtens bemüht, die Natur in ihrer Wahrheit zu erfaſſen.

**) *Pouillet*, élémens de physique expérimentale et de météorologie. I. pag. 237 et seq.

Expanſion gelangt, iſt der Kampf auf die höchſte Spitze geſtiegen, ſo kann natürlich alle fernere in daſſelbe von Außen geſetzte Gewalt (oder, wie man ſagt, alle hinzutretende Wärme) nichts anderes bewirken, als den Körper, das Waſſer etwa, in einen anderen Aggregats-Zuſtand überzuführen.

Endlich brauchen unſere Phyſiker auch nicht mehr von einer „zurückſtoßenden Kraft" der Wärme zu reden, um hiermit gewiſſe Erſcheinungen zu interpretiren. Ein ſolches Geſchwätz, ein ſolcher Galimathias unſerer weltberühmten Phyſiker iſt ohnehin höchſt abſurd, da hiernach einmal die Wärme als ein ſelbſtſtändiges, in der Materie ſteckendes Ding gefaßt wird, in welcher dann wieder eine gewiſſe, zurückſtoßende Kraft, ebenfalls ein ſelbſtſtändiges Ding, ſteckend iſt. Alſo eine wahre Einſchachtelungstheorie! Aber wodurch beſitzt dieſe Kraft das Zurückſtoßungsvermögen? Es wird alſo hier ohne weiteres zuerſt eine Kraft geſetzt, und aus ihr kommt dann das Zurückſtoßen wieder heraus! Das Zurückſtoßen iſt vielmehr ſelbſt die Kraft, wie überhaupt die Kraft (die Materie in ihrem Fürſichſein) nur dadurch erſt Kraft iſt, indem ſie ſich äußert, ebenſo wie die Urſache nur Urſache iſt, inſofern ſie wirkt, ſich nach Außen manifeſtirt.

Der Streit, ob den in der Materie ſteckenden ſ. g. Imponderabilien Materialität beizulegen ſei, oder nicht, iſt leicht zu ſchlichten. Sobald dieſelben, als in der Materie ſteckend, gefaßt werden, ſo können ſie nur ein Materielles ſein. Nur die Materie, welche nicht exiſtirt, iſt Immaterialität. Ein rein Ideelles kann aber nach dem in der Einleitung Geſagten für ſich nicht exiſtiren.

Wie man nur die Imponderabilien als ein Etwas, ſei es auch ein unendlich feines Etwas (wie man ſagt, obgleich hierauf die Materie negirt iſt, denn eine unendlich feine Materie iſt eben keine Materie!), betrachtet, ſo iſt die Imponderabilität aufgeho-

ben, negirt. Denn Materie, die nicht ſchwer iſt, iſt keine Materie. Materie-ſein und ſchwer-ſein iſt ganz einerlei. Ein Körper iſt das räumliche oder ausgedehnt Schwere; nur was räumlich iſt, kann ſchwer ſein.

Da alſo die Wärme nichts, als der innere Kampf der Materie mit ſich ſelbſt, die ſich auflöſende ſpec. Schwere und Cohäſion iſt, ſo wird man nunmehr die Wärme-Erſcheinungen im lebendigen Organismus in Wahrheit erfaſſen können, man wird ſie nicht blos in Folge des Athmungsproceſſes, ſondern überhaupt in Folge des Bildungsproceſſes, der Erneuerung des Körpers erſcheinen laſſen.

Es iſt bekannt, daß keimende Samen Wärme erzeugen, welche die der Umgebung überſteigt; ſie wird hier theils durch die Auflöſung oder Metamorphoſirung des Eiweißes in den zur Zellenbildung verwendet werdenden Schleim hervorgerufen, was unter Entwickelung von Kohlenſäure und Ammoniak geſchieht, theils durch die Verwandlung des Oels, unter Kohlenſäure- und Waſſerbildung, in Eiweiß, was geſchieht, indem zu den in Freiheit geſetzten Oel-Elementen Sauerſtoff und Ammoniak hinzutritt, theils auch durch die einfache Auflöſung oder Zurückführung des Amylons in vegetabiliſchen Schleim.

In allen dieſen Fällen hat alſo eine Auflöſung, eine Aenderung der ſpec. Schwere und Cohäſion ſtatt, und ſolches kommt als Wärme zur Erſcheinung.

Aber nicht allein die Samen, die Pflanzen in ihrer ganzen Vegetationszeit entwickeln Wärme oder drücken ſich vielmehr, wie wir ſagen müſſen, in unſerem Gefühl, in den Empfindungsnerven, als Wärme aus. Eine hohe Wärme-Entwickelung hat man namentlich in den Blüthenkolben der Aroideen beobachtet. Senebier, welcher die Wärmeerſcheinung an der Blüthe der Aronswurzel, Arum maculatum, unterſuchte, fand, daß die Wärme täglich nach 3 Uhr Nachmittags merkbar werde, daß aber die

höchſte Temperatur ſich erſt zwiſchen 6 und 8 Uhr einſtelle; jetzt alſo war der innere Kampf, der Auflöſungs- und Bildungsproceß am beträchtlichſten.

Und wie es mir ſcheint, findet in der kräftigſten Entwickelungs-Periode nur mit dem Sinken der Temperatur, mit der Abnahme des Lichts, alſo im Dunkeln, wohl allgemein der Act der Geſtaltung, das Wachſen ſtatt, und zwar auch unter gleichzeitiger Auflöſung der übrigen organiſchen Verbindungen und Verwandlung derſelben unter Sauerſtoff-Abſorption in andere Subſtanzen.

Während des Tages wird vorzugsweiſe das Unorganiſche, die Kohlenſäure und das Waſſer ꝛc., in Vegetabilität umgewandelt, es erfolgt jetzt natürlich eine geringere Cohäſionsveränderung, ein geringerer Kampf der Materie, des Organismus mit ſich ſelbſt.

Mit dem allmähligen Schwinden des am Tage erzeugten Pflanzenſchleims während der Zellenbildung u. ſ. w. iſt dann auch eine allmählige Temperatur-Erniedrigung verbunden; der Sichvergrößerungs-Proceß des Vegetabils nimmt in ſeiner Intenſität fortwährend ab, bis er endlich ganz ſtill ſtehet, und jetzt wieder der Schleimbildungsproceß beginnt. Exacte Beobachtungen hierüber, nebſt Angabe der Zeit, würden von hohem Intereſſe ſein.

In Pflanzen, worin ſchon des Vormittags ein Maximum von Schleim erzeugt wird, ſodaß hierauf alsbald Erſchöpfung eintritt, da wird ſchon in den erſten Nachmittagsſtunden, oder ſelbſt gegen Mittag der höchſte Wärmegrad eintreten.

Die Temperatur, welche Bäume in ihrem Innern zeigen, iſt von derſelben Urſache, wie die der Blüthen und keimenden Samen abhängig. Auch in der Rinde, dem Stamme finden wir Bildungen von Säuren, von Zucker, Gummi u. ſ. w., es finden Bildungen von Zellen, von Holz- und Rindenſchichten ſtatt. Und dieſe Thätigkeit, dieſer Bildungs- und Deſtructionsproceß, ſpricht ſich in der Erſcheinung von Wärme aus.

Die Temperatur der Bäume in unserem Klima ist im Winter höher, im Sommer niedriger, als die der Luft. Das Vegetabil nimmt nie ganz die Temperatur der Atmosphäre an, und zwar aus dem Grunde, weil die Pflanze keine todte Masse, sondern einen lebendigen Organismus darstellt.

Unwahr ist nun die Ansicht Hegel's, *) Schleiden's **) u. A., daß der Stamm der Bäume seine Wärme von der Erde, in welcher sich die Wurzeln ausbreiten, mitgetheilt erhalte, daß von da die Temperatur durch den aufsteigenden Saft, durch das große Leitungsvermögen des Holzes der Länge nach, dem Stamm mitgetheilt und hier theils durch die schlechte Leitungsfähigkeit des Holzes der Quere nach (aber haben wir es hier mit einem Stück Holz zu thun?), theils durch die Bekleidung der Rinde geschützt und erhalten werde. Es ist jedoch hier die Erscheinung der Wärme nichts anderes, als die Manifestation der sich auflösenden Materien, die durch die Zellenspannung bedingte Thätigkeit; nur vermittelt wird der Zeugungs- und Destructionsproceß durch äußere Momente, durch die Infektion der atmosphärischen Temperatur, des Lichtes und der mineralischen Stoffe, eben weil die Pflanze, als eine noch zwischen dem Boden und dem Lichte polar fixirte Lebendigkeit, von den äußeren Momenten in einem gewissen Grade abhängig ist. Das Thier, diese schon selbstständigere Subjektivität, ist von diesen Momenten viel weniger abhängig, ist viel weniger an dieselben geknüpft.

Man wird nun erkennen, daß, je energischer der Lebensproceß ist, je lebendiger die Pflanze vegetirt, auch die Temperatur um so höher ist, eben weil ja die Wärme nur die Offenbarung des Vegetationsprocesses ist; sie ist nicht in dem Sinne von der Lebens-

*) Vorlesungen über die Naturphilosophie. S. 478 f.

**) Grundzüge der wissenschaftl. Botanik. Th. II. S. 530.

Intensität abhängig, als sei sie ein der Pflanze (wie allen übrigen Körperlichkeiten) innewohnendes Ding, welches im gebundenen Zustande verharre, wie etwa das Kryſtalliſationswaſſer in dem Salz, und erſt durch geſetzte Infektion frei werde.

Ueberall, in der Mineral-, Pflanzen- und Thierwelt, offenbart ſich die Selbſtauflöſung der Körperlichkeit zunächſt als Wärme, welche auf ihrer Spitze als Licht hervortritt. Dieſes haben wir nun hier in ſeinen Erſcheinungen in der Pflanzenwelt zu betrachten.

2) Licht-Erſcheinungen.

Das Licht iſt das reine Scheinen der Materie; daher nicht ſelbſt Materie. Es iſt die in ihre Wahrheit übergegangene Materie. Die Materie als ſolche iſt die Negation des Lichts, ſie iſt das Scheinloſe oder Dunkele. Aber durch jede in die Materie geſetzte Gewalt tritt ihre Seele als Licht hervor, d. h. die Seele, welche vorher ſelbſt Materie war, iſt frei geworden, ſie iſt als Licht, als dieſe ideelle Form, herausgetreten.

Die Materie bleibt aber immer der Grund, welcher das freie Scheinen, dieſe phyſikaliſche Seele aus ſich entläßt. Ebenſo hat das Denken, der ſich wiſſende Geiſt, ein Subſtrat am Gehirn; aber es iſt das Denken, der Geiſt, nicht ſelbſt Gehirn. Ohne ein beſtimmtes Gehirn iſt kein Denken möglich, wie ohne Materie kein Leuchten möglich iſt. Wäre das Licht nicht ein Außerſichkommendes, ſo wäre es das Denken, der wirkliche Geiſt ſelbſt.

Das Licht iſt alſo nichts, als der Idealismus der Materie, d. h. es iſt (gerade ſo wie die Farbe ꝛc.) ein Ideelles, Immaterielles, und nicht ein Körperliches, keine Vibration des Aethers u. ſ. w. Alle Theorieen der Phyſiker ſind ſomit auf immer geſtürzt! *)

*) Vergl. das Nähere in meinen Grundzügen einer ſpeculative n Einleitung zur Chemie.

Licht wird also durch jede in die Materie gesetzte Gewalt hervorgerufen, wie durch Stoß, Reibung, durch chemische Processe; überall schlägt die Materie zum Leuchten aus, wo solches mit Energie geschieht. Je nach der Materiatur ist jedoch hierzu bald eine größere, bald geringere Gewalt erforderlich, d. h. um die Materie in den Cohäsionszustand überzuführen, wo sie (nicht etwa in einer anderen Farbe, sondern) als leuchtend erscheint.

In Pflanzen, wo der Auflösungsproceß der organischen Stoffe, die Bildung und Verwandlung der Säuren, Basen, Oele u. s. w. in andere Verbindungen, mit Energie vor sich geht, da tritt (ebenso wie bei der Vereinigung des Kupfers mit Schwefel, bei der Verbrennung des Eisens, des Phosphors in Sauerstoffgas, wie bei der Zersetzung des Jodstickstoffs u. s. w.) Licht hervor.

Die Lichterscheinung bei gewissen Blumen und dergl. blos von einer Verbrennung des Kohlenstoffs abzuleiten, ist höchst einseitig, namentlich auch, weil gerade hier kein solcher Kampf entsteht (indem der freigewordene Kohlenstoff sich in einem Zustande von geringer Cohäsion befindet), als etwa bei der Verbrennung der Kohle auf unserem Feuerherde, wo selbst Feuer, d. i. die Einheit von Licht und Wärme, hervortritt. Und ist denn, frage ich, zur Erzeugung von Licht immer eine Oxydation erforderlich? Vermögen wir nicht durch bloße Compression der Luft, des Wassers, gewisser Mineralien, Licht zu erzeugen? Dieses geschieht durch das schnelle Ausfichherausgehen der comprimirten Materie. So wird denn auch in gewissen Mollusken, Käfern u. s. w. durch bloße Contraction und Expansion, also ohne chemischen Proceß, Licht hervorgerufen; es wird hier nicht etwa eine Verbindung aufgelöst und in eine andere umgewandelt.

So nichtig nun die Ansicht, daß das Leuchten der vegetabilischen Gebilde durch den Entkohlungsproceß bewirkt werde, ist, so nichtig und noch mehr absurder ist auch die Meinung, nach

welcher die Pflanzen zuerst das Licht absorbiren (als wenn das Licht ein Ding wäre!) und sodann, wie es nach den Herrn Physikern auch bei einigen Mineralien geschehen soll, wieder ausstrahlen. O! ihr Thoren!

Wodurch das Leuchten bedingt werde, ist nach Obigem vollkommen einleuchtend, wir werden die Erscheinungen noch näher interpretiren, obgleich Schleiden *) sagt, daß hier jeder Erklärungsversuch noch unmöglich sei.

Zu dem Leuchten des faulenden Holzes, gewisser absterbender Pflanzen und Pflanzentheile, braucht nicht, wie man meint, ein besonderer Stoff vorhanden zu sein, und es ist auch in der That kein solcher zugegen, von welchem das Leuchten ausgeht; das absterbende Vegetabil selbst stellt in diesem seinem sich fortwährend verändernden Zustand eine besondere Körperlichkeit dar, welche durch ihre Beziehung zu den Atmosphärilien continuirlich in den leuchtenden Zustand versetzt wird, ohne daß hier das Leuchten durch den gleichzeitigen, jedoch höchst langsam vor sich gehenden chemischen Proceß, welcher namentlich unter Bildung von Kohlensäure und Wasser erfolgt, hervorgerufen werde.

Der eigenthümliche Geruch, welcher bei faulendem Holz wahrgenommen wird, ist keineswegs Folge der hierbei entstehenden chemischen Verbindungen, d. i. der Kohlensäure und des Wassers, Substanzen, welche ganz ohne Geruch sind, es ist vielmehr die Infektion der Substanz selbst, welche in unseren Geruchsnerven sich als dieser eigenthümliche Geruch andeutet. **)

---

*) l. c. Th. II. S. 534.

**) Nicht immer, bemerke ich, sind es wirkliche, in der Atmosphäre enthaltene und unsere Geruchsnerven unmittelbar inficirende Riechstoffe, welche sich in uns als Geruch andeuten. In mehreren Fällen müßte eine ungeheuere Verdünnung des Riechstoffes statthaben, was völlig unmöglich ist. Wir wissen, daß Moschus, Teufelsdreck u. s. w. mit ihrem

Wie bei dem faulenden Holz und gewiſſen lebenden Pflanzen, z. B. den Rhizomorphen, das Leuchten continuirlich iſt, ſo erſcheint das Licht in anderen Vegetabilien nur als einzelne Funken oder Blitze.

Eine plötzliche Lichtentwickelung oder ein Blitzen hat man z. B. an den Blumenblättern von Tropaeolum majus, Helianthus annuus, Calendula officinalis, Lilium bulbiferum, Tagetes erecta, T. patula u. ſ. w. beobachtet. Dieſe Blumen blitzten zuweilen mehremal nach einander, zuweilen aber auch erſt wieder nach Verlauf mehrerer Minuten. Dieſes blitzähnliche Leuchten wurde bei genannten Blüthen nur während dem Befruchtungsacte, in den Monaten Juli und Auguſt wahrgenommen, und namentlich, wenn warme und heitere Tage vorhergegangen waren; bei feuchter Luft wurde kein Blitzen beobachtet. *)

In allen dieſen Fällen haben wir ein elektriſches Licht; die ſich in einen hohem Grade von Thätigkeit befindlichen, gegen einander geſpannten Zellen ſchlagen endlich, ſich ausgleichend, zum Leuchten aus. **) Aber es gilt dieſes nicht allein von den Zellen

---

Geruche einen ſehr großen Bezirk erfüllen, ohne daß auf der feinſten Wage in vielen Stunden eine Gewichtsverminderung wahrzunehmen iſt. Die Sache iſt die, daß die atmoſphäriſche Luft durch den Stoff fortwährend inficirt wird, und dieſe Atmoſphäre, unſere Geruchsnerven afficirend, in uns den ſpec. Geruch hervorbringt; alſo geradeſo, wie ein an einem Ende angezündetes Stück Holz auch den folgenden Theil in dieſen Zuſtand verſetzt, und ſolches, ſich durch die Luft fortſetzend, in unſern Empfindungsnerven als Wärme ſich andeutet. Daſſelbe gilt von dem unangenehmen Geruch gewiſſer Metalle. Das offenbarſte Beiſpiel von der Richtigkeit dieſer Anſicht haben wir endlich in der Elektrizität.

*) Vergl. Meyen. l. c. pag. 201.

**) Was Elektrizität iſt, iſt in meinen Grundzügen einer ſpecul. Einl. zur Chemie zu erſehen.

als ſolchen, ſondern auch zugleich von dem Zellen-Inhalte. Es können hierbei Säuren und andere Verbindungen und alſo auch Kohlenſäure erzeugt werden, ohne daß hier nur im Geringſten durch dieſen Entkohlungsproceß die Lichterſcheinung bedingt oder vermittelt werde; die Kohlenſäure-Entwicklung iſt vielmehr Folge der Lichtentwickelung.

Wie in dem faulenden Holz durch den Auflöſungsproceß, den inneren Kampf der Materie mit ſich ſelbſt, Licht zur Erſcheinung kommt (die Kohlenſäure- und Waſſerbildung iſt Folge hiervon), ſo in den genannten Blüthen durch die elektriſche Spannung der differenten Elementarorgane. Immer tritt alſo Licht hervor, wo nur der Materie Gewalt angethan wird.

In dem abſterbenden Holze tritt Licht hervor, ohne merkbare Temperatur-Erhöhung (und eine ſolche Erſcheinung wird Phosphoresciren genannt); begründet in der geringen Cohäſion der Subſtanz.

Ein blauer Phosphorſchein iſt an den Blättern von Phytolacca decandra beobachtet worden; alſo daſſelbe wie in manchen Mollusken. Das hervorgetretene Licht wird hier durch daneben ſtehende, nicht leuchtende Theile verdunkelt oder verdüſtert, und es tritt auf dieſe Weiſe der blaue Schein hervor!

Merkwürdig iſt auch das Leuchten des Milch- oder Lebensſaftes einiger Vegetabilien, wenn derſelbe aus einer beigebrachten Wunde fließt, wie z. B. bei Euphorbia phosphorea. Indem der Milchſaft herausfließt, wird er durch die Infektion der Atmoſphäre, wozu aber eine gewiſſe hohe Temperatur erforderlich iſt, in einen innern Kampf mit ſich ſelbſt geſetzt, und es tritt die Idealität desſelben als Licht heraus.

Vermittelt wird auch das blitzartige Leuchten der Blumen durch die äußere Umgebung; und wie überhaupt das Vegetabil von äußerm Momente abhängig iſt, werden wir in dem Folgenden näher erörtern.

Verhältniß der Pflanze zu den mineralischen Stoffen.

Die Mineralwelt hob und hebt ſich auf in die Welt der Vegetabilien, und dieſe in die Welt der Thiere. Dieſe drei Welten bilden ſamt Ein organiſches Ganzes; ſie ſind die Glieder des planetariſchen oder telluriſchen Organismus.

Das Unorganiſche, zunächſt die Elemente des Waſſers und der Kohlenſtoff der Kohlenſäure, vermitteln ſich zu einer höheren Einheit, zu einer organiſchen Verbindung, — zu Schleim, und dieſe gehet dann in die organiſche Geſtaltung über.

Aber dieſes organiſch Geſtaltete ſtehet natürlich auch mit anderem Unorganiſchen, ebenfalls ſeinem Andersſein, in Beziehung, in Polarität, wie mit Salzen, welche auch, wie das kohlenſaure Waſſer, ein metalliſches, oder ein verbrennliches und ein verbrennendes Element enthalten. Denn „weil die Pflanze," ſagt Bayrhoffer, „die unmittelbare Idealiſirung des unorganiſchen Stoffes iſt, ſo iſt auch ihr weiteres Aſſimiliren oder ihre negative Beziehung auf denſelben dieſe Unmittelbarkeit. — Dieſem entſpricht dann auch die unfreiere Stellung zur Außenwelt, inwiefern die Pflanze nicht die für ſich ſeiende Subjektivität iſt, ſondern ihr begriffsmäßiges Entwickeln das wirkliche Wurzeln im Unorganiſchen und die unmittelbare Einwirkung des Lichts involvirt, ſo daß die Pflanze ohne dieſes abſtirbt, verkümmert. Die Pflanze hat es nicht, wie das Thier, dahin gebracht, die Momente der Außenwelt frei in ſich zu ſetzen, ſondern iſt noch in mehr unmittelbarer Einheit mit ihnen, nur ihr Vegetiren. — Die Aſſimilation des Thiers als die reflektirte, concretere, bezieht ſich deßhalb auch mehr vermittelt auf ihr Andersſein

Obſchon daher das Thier zugleich, in Waſſer, Luft, Salz und dergl. auch unmittelbar auf die unorganiſche Natur bezogen iſt, ſo gibt es ſich doch nicht minder ſich ſelbſt und das Pflanzenleben zur concreteren Vorausſetzung, und bezieht ſich ſomit zugleich weſentlich vermittelt auf die unorganiſche Baſis, namentlich die Elemente des Sauerſtoffs, Waſſerſtoffs, Kohlenſtoffs und Stickſtoffs. Indem es ſich daher die ſchon organiſche Subſtanz zur Vorausſetzung macht, gewinnt es in deren leichteren Aſſimilation das freiere Geſtalten in ſich, und entreißt ſich dem Behaftetſein mit dem Unorganiſchen." *)

Es ergibt ſich alſo ſchon hieraus bei der Pflanze die Nothwendigkeit der Aufnahme und Aſſimilation des Unorganiſchen, und namentlich aus dem Gebundenſein an dieſem das dynamiſche Verhältniß zwiſchen der Pflanze und den mineraliſchen Stoffen, d. h. die Wirkung dieſer Stoffe auf den pflanzlichen Organismus.

1) Aufnahme und Aſſimilation der unorganiſchen Materien.

Eine Menge von Verſuchen ſind früher angeſtellt worden, um darzulegen, daß die Vegetabilien durch reines Waſſer ernährt werden, und daß ſämmtliche unorganiſche Materien, welche man in ihnen bei der Analyſe finde, Produkte des Lebens ſeien, d. h. daß dieſelben aus dem reinen Waſſer hervorgingen, ſich daraus erzeugten.

Mehrere Naturforſcher, namentlich Schrader, Braconnot u. A. brachten Samen von verſchiedenen Pflanzen in reine Kieſelerde, Bleiſchrot, Schwefelblumen, zerſtoßenes Glas und dergl. und ließen ſie unter Begießen mit reinem, deſtillirtem Waſſer vegetiren, und die Analyſe zeigte dieſelben unorganiſchen Beſtandtheile, wie bei den nämlichen in der Erde wachſenden Pflanzen.

---

*) l. c. Beitr. 2. S. 195 f., als Zuſatz zum 1. Beitrag.

Helmont fand, daß eine Weiden-Art, welche in ein Gefäß mit Erde gebracht und mit Regenwasser begossen wurde, bedeutend mehr an Gewicht zugenommen, als diese, die Erde, abgenommen hatte.

Du Hamel zog Kastanienbäumchen, Eichenbäumchen und dergl. in bloßem Wasser, ja eine Eiche vegetirte unter diesem Verhältnisse acht Jahre lang; es hatte diese jedoch bei einer Höhe von achtzehn Zoll nur zwanzig Linien im Umfange.

Obgleich nun diese Thatsachen nicht zu bestreiten sind, durchaus nicht in Zweifel gezogen werden können, so ist doch der Schluß, den man daraus gezogen, vollkommen falsch. Man hat nämlich hierbei die Atmosphäre, — dieses elastisch-flüssige Meer, worin nie die unorganischen Verbindungen fehlen, gänzlich außer Acht gelassen. Man hat nicht bedacht, daß mit dem stets verdampfenden Meerwasser alle dessen Salze in die Atmosphäre übergehen, durch das herabfallende Regenwasser über die Erde hin verbreitet und von den einsaugenden Organen der Vegetabilien absorbirt werden. Es enthält das Seewasser nach Marcet in 1000 Theilen:

Kochsalz	26,660
Chlormagnesium . . .	5,152
Schwefelsaures Natron.	4,660
Schwefelsaure Kalkerde.	1,500
Chlorkalium	1,232
	39,204.

So einleuchtend dies nun ist, so hat sich dennoch jene Annahme oder Ansicht: daß die Pflanze durch ihre Lebenskraft die verschiedenen in ihr enthaltenen Erden und Salze aus dem bloßen Wasser, oder aus diesem und der Kohlensäure selbst erzeuge, daß nämlich hier eine vollkommne Verwandlung stattfinde, ein Fertig-Machen durch die Majestät des Lebendigen (da das organische Leben eben diese

Macht über das Unorganische sei, es zu verwandeln) sogar noch in vielen Gelehrten der neuesten Zeit erhalten, wie z. B. in Heusinger, *) Hegel, **) Hugi, ***) Wenderoth, †) Naumann ††) u. m. A.

Wenn nach Vauquelin die Excremente der Pferde mehr phosphorsauren Kalk enthalten, als das denselben gereichte Futter, so behaupte ich, daß dieses durchaus nicht wahr sei; ich sage vielmehr, daß das relative Verhältniß zwischen dem Organischen und Unorganischen ein anderes geworden, daß sich dasselbe bei der Assimilation verändert habe. Und wenn gewisse Thiere, welche ganz mit Stickstoff-losen Substanzen ernährt werden, dennoch Stickstoffhaltige Stoffe produciren, so brauchen wir immer keine Elementen-Verwandlung im Sinne zu haben! Denn nimmt nicht der Stickstoff des in der Atmosphäre enthaltenen Ammoniaks sowohl Antheil an dem Assimilationsproceß der Thiere, als auch der Pflanzen? —

Die neueste Arbeit, durch welche auf's Bestimmteste erwiesen, daß die unorganischen Stoffe der vegetabilischen Gebilde nicht als das Produkt des Pflanzenlebens zu betrachten sind, ist die von Wiegmann und Polstorff. †††)

Sämmtliche unorganische Materien, welche in den pflanzlichen Organismen vorkommen, werden also, sagen wir, von Außen aufgenommen, und zwar in Auflösung von Wasser. Salze, welche nicht in Wasser auflöslich sind, werden durch die sich allenthalben

---

*) Grundzüge der vergleichenden Physiologie. S. 8.

**) Vorlesungen über die Naturphilosophie. S. 529—533.

***) Grundzüge einer allgemeinen Naturansicht. S. 13 f. S. 207 ff.

†) Lehrbuch der Botanik. S. 324.

††) Lehrbuch der Mineralogie. S. 152.

†††) Ueber die anorganischen Bestandtheile der Pflanzen. Eine gekrönte Preisschrift.

vorfindende Kohlensäure in den löslichen Zustand versetzt. Die unlösliche kohlensaure Kalkerde z. B., welche den Kalkspath, die Kreide, den Marmor, den Jurakalk, Uebergangskalk u. s. w. bildet, wird löslich und somit von den Pflanzenwurzeln aufnehmbar, indem sie noch 1 Aequivalent Kohlensäure aufnimmt und sich in doppelt kohlensaure Kalkerde verwandelt. Und ebenso wird das im Mineralreich vorkommende kohlensaure Eisenoxydul, — der Spatheisenstein, durch Aufnahme von Kohlensäure löslich; ebenso das kohlensaure Manganoxydul, — der Manganspath, und sodann auch die kohlensaure Kalk-Bittererde, — der Bitterspath und der Dolomit.

Auch die den wesentlichsten Theil aller Knochen bildende basische phosphorsaure Kalkerde ($2\dot{C}a_3\ddot{P} + \dot{C}a_2\ddot{P}$), wird, durch die Kohlensäure zersetzt werdend, auflöslich gemacht; sie gehet dann als saure kohlensaure und phosphorsaure Verbindung in die Pflanze über. Die Thierknochen sind es jetzt wohl ausschließlich, welche den Vegetabilien die Phosphorsäure liefern; die Knochen aller in den Tod übergegangenen thierischen Wesen, sie werden von dem die Erde durchziehenden Kohlensäure-haltigen Wasser aufgelöst und dann von den Wurzelfasern absorbirt.

Der in dem Reiche der Mineralien vorkommende Apatit mag in jener Zeit von den vegetabilischen und animalischen Wesen verwendet worden sein; es ist dieses einfach sechsgliederige Mineral eine Verbindung von phosphorsaurer Kalkerde mit Fluorcalcium: $Ca\,Fl + 3\,(3\dot{C}a\ddot{P})$. Daß dieses Mineral es ist, welches bei der primitiven Erzeugung der organischen Wesen, und zwar bis auf den jetzigen Vorrath, verbraucht worden, dürfte auch daraus gefolgert werden, weil man in den Knochen der Thiere und dem Email der Zähne Fluorcalcium, wenn auch in geringer Quantität, antrifft; in größerer Quantität findet sich indessen das Fluor in den Knochen der antediluvianischen Thiere, wohl darin

begründet, daß die Pflanzen keine große Neigung zum Fluor zeigten, nur Spuren aufnahmen, und daher denn auch die jetzt lebenden, von den Pflanzen ſich nährenden Thiere nur Spuren davon aufzuweiſen haben. *)

In der organiſirten Welt, in dem Thier- und Pflanzenreiche, iſt der phosphorſaure Kalk, und in der Mineralwelt der kohlenſaure Kalk herrſchend.

Wie die phosphorſaure Kalkerde durch die Vermittelung der Kohlenſäure in den auflöslichen Zuſtand übergeführt wird, ſo auch alle übrigen Verbindungen. Wir wiſſen, daß durch anhaltende Einwirkung von kohlenſaurem Waſſer Kieſelverbindungen, Silicate zerſetzt werden, welche ſelbſt durch Einwirkung von Königswaſſer (Salpeter-Salzſäure) unverändert bleiben. Indem das Kohlenſäure-haltige Waſſer die Gebirgsarten, den Granit, Gneus, Glimmerſchiefer, Thonſchiefer, die Sandſteinformationen u. ſ. w. durchſtrömt, zerlegt es dieſelben, bildet kohlenſaure Alkalien, kohlenſaure Kalk- und Bittererde, und kohlenſaures Eiſen, welche ſich in dem kohlenſauren Waſſer auflöſen; die freigewordene Kieſelerde iſt hierdurch in die lösliche Modifikation übergeführt worden. Auf dieſe Weiſe gelangt die Kieſelerde in unſere Quellwaſſer, wie auch in die heißen Quellen Island's.

Die Kieſelerde (Kieſelſäure), dieſe in dem Mineralreich in

*) Daß die Phosphorſäure im Thierſkelett, wie in den Pflanzen, nicht aus dem Wawellit (phosphorſaure Thonerde mit Fluoraluminium), dem Amblygonit (phosphorſaure Thonerde mit phosphorſaurem Lithion), dem Grünbleierz (phosphorſaures Bleioxyd) u. ſ. w. in dieſelben gelangt iſt, wird Jeder erkennen. Und es ſtammt daher auch die in den jetzigen Pflanzen vorkommende Phosphorſäure nicht aus dieſen Verbindungen, ſie ſtammt vielmehr aus den aufgelöſten Thierknochen, aus dem Harn u. dergl. Liebig's Anſicht (l. c. pag. 138) iſt ſomit nicht die richtige.

größter Menge vorkommende Substanz, ist auch in der Welt der vegetabilischen Gebilde sehr allgemein. Insbesondere ist die Kieselerde in den Schachtelhalmen, in den Rohr- und Schilfarten zu Hause.

Die Epidermis des gemeinen spanischen Rohrs enthält so viel Kieselsäure, daß sie hierdurch den Härtegrad besitzt, um am Stahle Funken zu geben. Es ist also in diesem Falle die Kieselerde in die unlösliche Modification zurückgekehrt. Und dieses in Folge der Verminderung der Lebensthätigkeit der Organe. Denn mit dem Zurücksinken der Elementarorgane, der Zellensubstanz in die Erstarrung, erfolgt ein Festerwerden des Unorganischen, hier der Kieselerde, welche nicht allein in der Zelle, sondern zum Theil auch mit der Membran chemisch verbunden, mit dieser also an einer und derselben Stelle ist. Und diese chemische Einheit stellt eben die bestimmte Pflanze dar, gerade sowie die Einheit einer gewissen Säure mit einer Base ein bestimmtes Salz ausmacht.

Wie nun fast jedes Salz in einer eigenthümlichen Gestalt (Krystallform) erscheint, so auch entwickelt sich die Pflanze, welche die Einheit von Zellenmembran mit einer gewissen Menge Kieselerde ꝛc. ist, in einer anderen Form, als die Pflanze, welche die Identität von Membranstoff mit weniger Kieselerde und anderen unorganischen Verbindungen ist.

Daß die mineralischen Bestandtheile sich in der That mit der Zellenmembran identisch gesetzt haben, geht aus der Betrachtung der Asche hervor, diese besitzt durchaus dieselbe Form wie die Membran, wie die Gefäße und Zellen. Und wie hier die zurückbleibende Asche die organische Gestaltung beibehält, so die Kohle die Form des der Glühhitze ausgesetzten Pflanzenstoffes.

Die Möglichkeit, daß sich unorganische Stoffe mit dem Faserstoff chemisch vereinigen oder identificiren können, wird Niemand, werden die Physiologen nicht in Zweifel ziehen wollen, namentlich

da wir aus der organiſchen Chemie wiſſen, daß ſelbſt die mit der Pflanzenmembran iſomeriſchen Materien mit unorganiſchen Baſen Verbindungen eingehen; daß ferner in ternären Verbindungen ſogar Elemente durch Schwefel, Chlor, Brom, Jod, durch unorganiſche Baſen ſubſtituirt werden können; daß organiſche Säuren ſich mit unorganiſchen Baſen verbinden; daß auch ſelbſt das Lignin ſich mit gewiſſen neutralen Salzen vereinigt, u. ſ. w. Alles dies iſt hinreichend um die ausgeſprochene Anſicht zu rechtfertigen, obgleich Schleiden aus dem angeführten Grunde meint, daß die Kieſelerde z. B. in obigen Fällen nicht mit der Membran chemiſch verbunden ſei. Daß wir die Kieſelblättchen jener Gräſer durch Behandlung mit Säuren frei und nicht zuſammenhängend erhalten, beweiſt nur, daß die Bildung durch Juxtapoſition ſtatt gefunden.

Die verſchiedenen unorganiſchen Subſtanzen bilden mit der vegetabiliſchen Membran im jugendlichen Zuſtande ein in ſich Flüſſiges, Biegſames, Elaſtiſches; aber dieſe Qualitäten nehmen ab, ſie verſchwinden mehr und mehr, wie die Activität der Organe nachläßt, es tritt Erſtarrung ein und das Unorganiſche wird vorherrſchend! Beſonders iſt es nun die Kieſelerde, welche große Neigung zeigt in ſich zuſammen zu ſinken, oder als ſolche hervorzutreten; ſie iſt die Urſache, daß die Kieſelpflanzen, reſp. die Elementorgane derſelben, keine ſolche Lebensenergie zeigen, als andere Pflanzen; es erſcheinen in ihnen nicht die unterſchiedenen Verbindungen, wie Säuren, Baſen, Oele u. dergl., als in Pflanzen, worin ſich ein höherer Grad des Lebens ausſpricht.

Leicht tritt die Kieſelerde, ja völlig als ſolche, in den Stämmen der Bambusa-Arten hervor, — und es entſteht das Tabaſchir. Mit der zunächſt ausgeſchiedenen Kieſelerde ſchlägt nämlich faſt alle folgende, in die Pflanze übergehende Kieſelerde zuſammen, d. h. es findet ein äußeres Anbilden ſtatt, es entſtehen entweder

kugelige, aus concentriſchen Schichten beſtehende Gebilde, oder blos mehrere Lagen bildende Maſſen. *)

In den gewöhnlichen Gräſern tritt die Kieſelerde nicht wirklich hervor, gehet daher nicht ganz in die unlösliche Modification über, ſondern ſie nimmt, ſämmtlich in Verbindung mit der Membran bleibend, mit dieſer einen nur größeren Härtegrad an. In unſeren Grasarten, welche mehrere Procent Kieſelerde enthalten, **) kündigt ſich die Härte ſchon bei dem Durchſchneiden mittelſt eines Meſſers an; die Schärfe der Schneidwerkzeuge nimmt nur aus dem Grunde bei dem Abmähen des Graſes in ſo kurzer Zeit ab!

Sehr irrig würde es nun aber ſein, wenn man die Vorſtellung hegte, daß hier die Zellenmembran durch Kieſelerde erſetzt ſei, oder, wie Liebig ***) meint, daß der kleeſaure Kalk in den Flechten die fehlende Holzfaſer vertrete, daß ebenſo die Kieſelerde

---

*) Meyen vergleicht die Tabaſchir-Bildung — jedoch nur mit Unrecht — mit der Harz-Abſonderung. Dieſe, wie die Gummi-Exretion, beruht darauf, daß die Organe, deren Thätigkeit in einem gewiſſen Grade erloſchen, nicht mehr Kraft genug haben, den Schleim, das Harz fortzuführen, weshalb dieſe Materien ſich in Menge anſammeln und dann nach Außen dringen, ja ſelbſt unter Zerreißung der Zellen. Die Anſichten der Botaniker über den Gummi- und Harzfluß ſind ſonach nicht die richtigen (vgl. Meyen. p. 263 und 488). Die Anſicht Liebig's (l. c. pag. 119 oder 5. Aufl. pag. 137) iſt belachenswerth. — Hierher gehört auch die Entſtehung der Kryſtalle in den Pflanzenzellen. Wenn es den Zellen an Kraft fehlt, das Unorganiſche zu aſſimiliren, ſo tritt dieſes gewöhnlich in Kryſtallform auf. In derſelben Urſache iſt das Auftreten von Kalkkryſtällchen auf der Oberfläche der Blätter einiger Pflanzen begründet.

**) Vergl. Wiegmann, über die Entſtehung, Bildung und das Weſen des Torfes. Eine Preisſchrift. S. 30 ff., ferner Meyen. l. c. pag. 536 ff.

***) l. c. pag. 91 und 152.

bei den Equiſetaceen und dem Bambus die Form und Funktion des Holzkörpers annehme!

In dem Bambus findet ſich die Kieſelerde theils, und zwar zum größtentheil, in den Zellen, theils aber mit der Membran an einer und derſelben Stelle, geradeſo wie im Waſſer der Sauer- und Waſſerſtoff einen und denſelben Ort einnehmen. In den Flechten, mehreren Cacteen u. ſ. w. kommt indeſſen die oxalſaure Kalkerde nur in den Zellen vor, weil dieſe Kalkverbindung nicht Nahrungsbeſtandtheil des Vegetabils iſt, ſondern nur zufällig (die Natur iſt nämlich, wie geſagt, wegen ihrer Aeußerlichkeit auch die Zufälligkeit) darin ihr Daſein findet, indem die hier erzeugt werdende Oxalſäure mit der aufgenommenen doppelt kohlenſauren Kalkerde in Konflikt kommt. Ebenſo zufällig iſt es, wenn im Innern des Pflanzenkörpers eine organiſche Säure mit einer unorganiſchen Baſe, oder ein Pflanzenalkaloid mit einer organiſchen Säure u. ſ. w. in chemiſche Einheit treten.

Aber nicht zufällig, ſondern nothwendig iſt's, daß z. B. im obigen Falle Oxalſäure erzeugt, und daß das ſaure Kalkſalz, die doppelt kohlenſaure Kalkerde aufgenommen wird. Und wenn auch hierbei eine unlösliche Verbindung, die oxalſaure Kalkerde, hervortritt, ſo wird dieſe doch niemals das Leben der Pflanze gefährden, oder der Zelle ſchädlich ſein, eben weil in dieſer Oxalſäure-Bildung und der Aufnahme des Kalkes das eigentliche Leben des Pflanzen-Individuums beſteht.

Weshalb aber die eine Pflanze größtentheils Kieſelerde, eine andere nur Spuren davon, dagegen andere Mineralſubſtanzen, etwa mehr Gyps, Kochſalz u. ſ. w. aufnimmt, hat ſeinen Grund, und dieſen finden wir, wenn wir auf die Ur-Erzeugung reflektiren. Die Riedgräſer, Binſengräſer z. B. fanden auf feuchtem, ſandigen Boden ihre Exiſtenz, während andere Vegetabilien, in welchen die Analyſe ſchwefelſaure Kalkerde, Chlorverbindungen u. ſ. w. findet, an ſolchen Orten in jener Zeit in das Daſein traten, wo Gyps,

Kochsalz u. dergl. vorhanden wären. Wo also der Gyps und andere Stoffe in den Processen des Plutonismus zerrieben, innig gemischt wurden, von dem Naß des Himmels befeuchtet und belebt durch Licht und Luft, und das kohlensaure Wasser in seine Elemente sich auflöste und als Schleim erschien, da trat aus dieser idealisirten und subjektivirten Masse, — dem s. g. Urschleim, die bestimmte Pflanze hervor. An jedem verschiedenen Orte erschienen besondere vegetabilische Organismen. Aber diese unmittelbare Zeugungskraft des Planeten ist nunmehr erloschen, wie Alles mit der Zeit erlischt, wie ja auch in dem Menschen die Zeugungskraft schwindet!

Vollkommen klar ist es jetzt, warum die eine Pflanze gerade vorzugsweise Kieselerde, die andere aber mehr Kalkverbindungen, Kalisalze u. dergl. aufnimmt, und weshalb also zu den Lebensprocessen der Pflanzen ganz bestimmte Stoffe nothwendig sind. Eine Pflanze, welche die Einheit von Membranenstoff und Kieselerde ꝛc. ist, wird und kann statt dieser keine Magnesia-Verbindungen u. dergl. aufnehmen und mit sich identisch setzen; ja dies geschieht ebenso wenig, als ein Gypskryställchen (welches gerenstellig gleichendig zweifach eingliedrig ist) sich in seiner Weise vergrößert, wenn dasselbe in die Lösung einer Substanz versetzt wird, welche gerenstellig gleichendig einfach eingliedrig ist, wie der Feldspath, Axinit, Disthen, oder gar in eine solche Solution eines Minerals (die Auflösbarkeit hier blos gesetzt!) gebracht wird, welches ungleichendig zweifach zweigliedrig, wie der Topas, erscheint.

Wie nun die verschiedenen organischen Verbindungen in besonderen Krystallsystemen auftreten, so auch entwickelt sich jede besondere Pflanze, jedes Samenkorn, in einer eigenthümlichen Gestalt. *)

*) Die Riedgräser oder Cyperoideen z. B. sind an nicht wesentlich verschiedenen Orten hervorgegangen; die Entstehung der Species aber

Aehnlich wie eine und dieſelbe Säure mit verſchiedenen Baſen verſchiedene kryſtalliſirte Körper darſtellt, ſo auch bildet das Lignin mit den unterſchiedenen unorganiſchen Baſen, Salzen, beſondere Formen, und ſollten wir ſelbſt faſt dieſelben Beſtandtheile in Pflanzen von der verſchiedenſten Geſtalt antreffen, ſo ſind hier gewiſſe äußere Verhältniſſe im Spiele, und wir brauchen uns dann aus der Mineralogie nur an die Formen des kohlenſauren Kalkes zu erinnern; wir wiſſen, daß der Kalkſpath ein dreigliedriges Syſtem zeigt, der Aragonit ein zweifach zweigliedriges, und der Schaumkalk ein zweifach eingliedriges; dieſer hat aber wieder mit dem Gyps gleiches Kryſtallſyſtem. *)

Aehnlichen Verhältniſſen begegnen wir in der Welt der Vegetabilien!

Es nehmen alſo die Pflanzen, wie aus dem Geſagten erhellt, die beſtimmten Auflöſungen von unorganiſchen Materien aus derſelben Urſache auf, wie der Kryſtall das mit ihm an ſich identiſch Flüſſige. In beiden Fällen wird hierdurch das Wachſen bedingt. Eine beſondere Bedeutung haben ſomit die unorganiſchen

---

wurde durch äußere eintretende Momente bedingt, nämlich, indem das Ur-Ei (oder auch wohl die ſchon bis zu einem gewiſſen Punkte in der Entfaltung gelangte Pflanze ſelbſt) durch ein Aeußeres in der Entwickelung modificirt wurde. Dieſes hat ſich dann fortgepflanzt. Darin alſo iſt es begründet, daß bei Carex stellulata die Aehre z. B. anders erſcheint, als in Carex paniculata. Daſſelbe gilt in der Thierwelt.

*) Mehrere unſerer Herrn hochweiſen Mineralogen und Kryſtallographen nehmen deshalb an, daß der Schaumkalk Reſultat einer Umwandlung des Gypſes ſei, indem die Schwefelſäure ausgetrieben, und Kohlenſäure mit der Kalkerde ſich vereinigt habe. Eine Abſurdität im höchſten Grade! Ebenſo verkehrt iſt es zu behaupten, daß der Eiſenſpath unter Abgabe von Kohlenſäure ſich in Brauneiſenſtein (Eiſenoxydhydrat) metamorphoſire, daß aber die Form bei dieſer Umwandlung dieſelbe bleibe. U. ſ. w.

Salze und Erden für die Pflanze nicht, ihre Bedeutung ist die, in Verbindung mit Schleim die bestimmte Pflanze zu entwickeln. Eine andere Rolle spielen sie im Lebensprocesse des pflanzlichen Organismus nicht! Wir brauchen also nicht mehr, wie Mohl zu denken und zu sagen: „Welche Rolle diese Stoffe im Lebensprocesse der Pflanze spielen, ist größtentheils ganz unbekannt; wir können zwar vermuthen, daß die schwefelsauren Salze der Pflanze den Schwefel zur Bildung der schwefelhaltigen organischen Substanzen liefern (dies geschiehet in der That, jedoch nur in wenigen Fällen; in den meisten Fällen gehen die schwefelsauren Salze, wie schwefelsaure Kalkerde, schwefelsaures Kali, Ammoniak u. s. w., mit anderen organischen Verbindungen, d. h. ohne daß der Schwefel in Freiheit gesetzt wird, chemische Einheiten ein! *); allein wir kennen z. B. von den phosphorsauren Salzen nicht entfernt ihre Bedeutung (die Bedeutung ist die angegebene!), wir wissen nicht, warum sie vorzugsweise in den jugendlichen Organen und im Samen sich finden (weil sich hier vorzugsweise Eiweiß erzeugt, eine Substanz, welche großes Einheitsstreben zu phosphorsauren Salzen zeigt!), wir wissen durchaus nicht, welches die zum Gedeihen der Pflanze nothwendige Menge derselben ist, indem die Analyse nachweist, daß in demselben Organe die Menge derselben je nach der Bodenbeschaffenheit sehr bedeutenden Schwankungen unterworfen ist, z. B. in den Getreidesamen (hiervon nachher und später!). **)

*) Dies ist die Hauptrolle, welche die schwefelsauren Salze u. a. spielen, nämlich, sich mit dem Organischen identisch zu setzen, nicht aber um dem Eiweiß den Schwefel zu liefern. Dieser Schwefelgehalt des Eiweißes ist nichts sehr Wesentliches, und Liebig hat Unrecht, wenn er sagt, daß zur Entwickelung der Pflanzen diese schwefelsauren Salze aus diesem Grunde unentbehrlich seien. Vergl. dessen Chemie in ihrer Anwendung ꝛc. 5. Aufl. S. 78.

**) Dr. J. Liebig's Verhältniß zur Pflanzenphysiologie. S. 38.

Liebig's Ansicht über die Aufnahme der unorganischen Materien ist auf einer gedankenlosen und zugleich einseitigen Vorstellung beruhend. Nach ihm enthalten die meisten, ja wohl alle Pflanzen, organische Säuren, welche in dem Leben der Pflanze zu gewissen Zwecken dienen (und ebenso hat nach diesem Chemiker die Gegenwart der Säuren und Basen für die Entwickelung der Früchte und Samen, ja für eine Menge von Zwecken, die man gar nicht einmal kenne, eine gewisse Bedeutung!!), und in Folge des Vorhandenseins dieser Säuren seien alsdann die alkalischen Basen nothwendig, nämlich, um sich mit den Säuren chemisch zu vermitteln (dann soll nach ihm die Gegenwart der Basen auch wieder die Entstehung der Säuren bedingen!!) *). Aber ist es nicht constatirt, daß nicht alle Pflanzen und Pflanzentheile organische Säuren enthalten? Und wissen wir nicht, daß viele Pflanzen neben einer großen Menge von Basen nur Spuren von vegetabi-

*) Auch sollen nach Liebig die Säuren wieder die Entstehung des Zuckers, Amylon's u. s. w. vermitteln! Vergl. 5. Aufl. p. 186. „Ist es denkbar," sagt Liebig S. 163, „daß der Kohlenstoff der Kohlensäure direct und unmittelbar mit Wasserstoff aus Wasser, sich zu Zucker, zu Amylon, zu Holzfaser, zu Harz, Wachs (soviel mir [und Liebig] bekannt, sind diese Materien keine Kohlenwasserstoff-Verbindungen!), Terpenthinöl vereinigt? Ist es nicht weit wahrscheinlicher, daß der Uebergang des Kohlenstoffs der Kohlensäure zu einem Bestandtheil der Pflanze allmählig geschieht, daß mit dem Hinzutreten der Bestandtheile des Wassers sich aus der Kohlensäure, eine an Sauerstoff immer ärmere Verbindung bildet, daß ihr Kohlenstoff zuerst die Form von Oxalsäure, Weinsäure (!!) ꝛc. annimmt, ehe er in Zucker, Amylon, Holzfaser übergeht?" — Wie Holzfaser, Amylon ꝛc. entstehen, und nur entstehen, habe ich früher gezeigt. Aus Weinsäure wird aber, sage ich, nie Zucker, und aus Oxalsäure nie Weinsäure. (Vergl. Liebig. l. c. pag. 185 und 189 f.). Aus 12 Aeq. Kohlensäure soll, unter Abscheidung des vierten Theils Sauerstoff, Oxalsäure hervorgehen ($C_{12} O_{24}$ —

tischen Säuren enthalten? Und dann nimmt ja die Pflanze, worauf auch Mohl aufmerksam macht, nicht blos kohlensaure Salze, wie kohlensaure Kalkerde, Bittererde u. s. w. auf, also Verbindungen, welche in Folge ihrer leichten Zersetzbarkeit den vorhandenen organischen Säuren ihre Basen abtreten können (während die frei gewordene Kohlensäure, sich mit Wasser zersetzend, zur Bildung von Schleim, Membranstoff ꝛc. verwendet wird), sondern es werden, wie Jeder weiß, auch Salze aufgenommen, welche nicht zersetzt werden, weder in die näheren, noch in die entfernteren Bestandtheile.

Es werden demnach die mineralischen Stoffe von der Pflanze nicht aus dem Grunde aufgenommen, um die organischen Säuren zu neutralisiren, um pflanzensaure Salze (welche nach Liebig zum Bestehen der Organe unentbehrlich sind!!) zu bilden, sie werden nur aus dem genannten Grunde aufgenommen.

Alle diejenigen unorganischen Verbindungen, welche im vegetabilischen Organismus enthalten, sind also zur Entwickelung desselben nothwendig; nur unter Aufnahme der bestimmten aufgelösten Mineralstoffe vermag sich die Pflanze von Innen her zu entwickeln, ebenso wie der Krystall nur durch Aufnahme und äußeres Anbilden seines Andersseins sich zu vergrößern vermag.

In derselben Weise, als aus einer Auflösung zweier Salze, A und B, zuerst A herauskrystallisirt, wenn wir einen Krystall von A hineinbringen, und umgekehrt: so auch eignet sich die Pflanzen-Individualität aus dem verschiedene aufgelöste Salze

---

$O_6 = C_{12} O_{18} = 6$ Aeq. wasserfreie Oxalsäure). Und indem aus dem Oxalsäurehydrat 9 Aeq. Sauerstoff austreten, entsteht nach Liebig Weinsäure. $C_{12} H_{12} O_{24} - O_9 = C_{12} H_{12} O_{15} = 3$ Aeq. Weinsäure u. s. w. Solche Processe aber sind ganz unmöglich, sind gar nicht denkbar, d. h. dem Begriffe entsprechend. Und wie der größte aller Chemiker solche Ansichten aufstellen kann, ist wiederum nicht denkbar.

enthaltenden Boden nur ihr Anderes, mit welchem ſie in tieferem polaren Verhältniſſe ſteht, an. Wie der in die Löſung gebrachte Kryſtall die beiden Salze, welche ſich chemiſch durchdrungen haben, alſo nur noch als ideelle Pole darin enthalten ſind, zuerſt als reelle wieder hervortreten macht, und dann ſein Anderes ſich aneignet, ſo auch bewirkt die Pflanzenwurzel durch ihre dynamiſche oder lebendige Infektion eine Trennung der verſchiedenen mineraliſchen Salze und aſſimilirt ſich das ihrem Weſen Entſprechende, das mit ihr an ſich Identiſche. Die Wurzeln der Vegetabilien beſitzen ſonach, und das können wir mit völliger Beſtimmtheit behaupten, eine vollkommene Wahlfähigkeit, d. h. das Vermögen die zur Ausbildung oder Entwickelung der Pflanze nothwendigen Stoffe aus dem Boden auszuwählen, alle übrigen aber zurückzuſtoßen. Und es iſt in der That durch die Erfahrung hinlänglich beſtätigt, daß verſchiedene Pflanzen, welche neben einander, d. h. auf einem und demſelben Boden vegetiren, jede ihre eigenthümlichen Stoffe in einem gewiſſen Verhältniß abſorbirt und ſich aſſimilirt. In der Hafer z. B. finden wir durch die Analyſe ziemlich viel Mangan, während die dicht daneben ſtehende Wucherblume (Chrysanthemum segetum) keine Spur davon zeigt; dieſe gedeiht daher nicht, wenn ſelbſt nur 1 pCt. Manganoxyd in dem Boden enthalten iſt. Der Hafer, Weizen u. ſ. w. enthalten eine bedeutende Quantität Kieſelerde, die neben ihnen vegetirenden Erbſen, Wicken u. dergl. aber nur geringe Mengen; dieſe enthalten mehr Kalkerde-Verbindungen, es ſind Kalkpflanzen, erſtere dagegen Kieſelpflanzen. Die unter denſelben Verhältniſſen wachſende Wucherblume, wie denn auch der Rhinanthus minor, dieſe ſind durch ihren Eiſen-Gehalt ausgezeichnet.

Nach Sprengel gaben 100 Theile der Wucherblume nur 5,73 pCt. Aſche, und dieſe enthielt:

Eisenoxyd	1,51
Kali	1,23
Natron	0,24
Kalkerde	1,24
Bittererde	0,11
Thonerde	0,02
Kieselerde	0,38
Chlor	0,57
Schwefelsäure	0,31
Phosphorsäure	0,12
	5,73.

Fassen wir nun auch die Analysen einiger Kalk-, Kiesel- und Kalipflanzen in's Auge:

		Kali und Natronsalze.	Kalk und Bittererdesalze.	Kieselerde.
Kalkpflanzen	Klee . . .	39,20.	56,00.	4,90.
	Erbsenstroh .	27,82.	63,74.	7,81.
	Kartoffelkraut	4,20.	59,40.	36,40.

Letztere Pflanze bildet also den Uebergang zu den Kieselpflanzen:

Kieselpflanzen	Roggenstroh .	18,65.	16,52.	63,89.
	Haferpflanze .	34,00.	4,00.	62,00.
	Weizenstroh .	22,00.	7,20.	61,05.
Kalipflanzen	Maisstroh .	71,00.	6,50.	18,00.
	Runkelrüben .	88,00.	12,00.	
	Weiße Rüben	81,60.	18,40.	

Das Samenkorn (oder in jener Zeit das Ur-Ei oder Urbläschen) woraus eine Kieselpflanze hervorgeht, ist also die Einheit von Kieselerde und einigen andern binären Verbindungen mit Membranenstoff, mit Organischem. Soll sich das Samenkorn entwickeln, soll es als Pflanze in die Erscheinung treten, so muß

daſſelbe die genannten Verbindungen, dieſes ſein Andersſein eben ſowohl aufnehmen, als der Kryſtall ſein Andersſein, d. i. das mit ihm an ſich Identiſche. Der Membranenſtoff verhält ſich zu dem Unorganiſchen, wie Säure zur Baſis.

Die Zellenmembran wird ſo viel Kieſelerde u. ſ. w. mit ſich identiſch ſetzen, als ſie es nur in Folge ihrer Eigenthümlichkeit vermag, nämlich bis Sättigung oder Neutraliſation erfolgt. Das zum wahrhaften Gedeihen der Pflanze nothwendige Quantum unorganiſcher Beſtandtheile iſt demnach bei den unterſchiedenen Pflanzen nicht daſſelbe. Das nothwendige Quantum einer Pflanze erfahren wir, wenn wir ein vollkommen entwickeltes Individuum analyſiren.

Die Pflanze entwickelt ſich nun zwar — freilich nicht vollkommen — wenn auch der Boden, an den ſie gefeſſelt, nicht ganz die gehörige Menge der erforderlichen Salze enthält, — eben weil die Pflanze einen lebendigen Organismus darſtellt, weil ſie als ein ſehr beweglicher Organismus, wie Schleiden *) mit Recht ſagt, die Möglichkeit in ſich trägt, ſich den Verhältniſſen anzubequemen. Allein es darf, wenn die Pflanze gedeihen ſoll, durchaus nicht einer ihrer weſentlichen Beſtandtheile gänzlich fehlen. Ein weſentlicher Beſtandtheil für Klee iſt Gyps, überhaupt Kalkverbindungen; die Kieſelerde kann fehlen. Für den Hafer iſt die Kieſelerde, für die Runkelrübe das Alkali ein weſentlicher Beſtandtheil. Ein unweſentlicher Beſtandtheil iſt für manche Pflanzen das Eiſenoxyd, während dieſes in anderen vegetabiliſchen Organismen wieder als einer der weſentlichſten Beſtandtheile erſcheint.

Die Pflanze kann übrigens gewiſſe unorganiſche Stoffe, welche man in derſelben antrifft, völlig entbehren, weil ſie nicht

*) Herr Dr. Liebig in Gießen. S. 29.

zu ihrem Wesen gehören; es nimmt nämlich die Pflanze in Verbindung mit anderen, ihren wesentlichen Bestandtheilen, da diese oft mehr oder weniger rein sind, auch Unnöthiges, jedoch nur in geringer Quantität, auf.

Außerdem setzt die Pflanze nichts Unnöthiges in ihr Inneres; denn sie ist nicht ein Todtes, nicht etwa ein Stück Holz, in welches, wenn dasselbe in irgend eine Flüssigkeit eingesenkt wird, Alles, in Folge der Capillarität, eindringt; die Wurzel verhält sich nicht, wie Liebig *) sagt, wie ein Schwamm, der das Flüssige und Alles, was darin ist, ohne Auswahl einsaugt, welche Stoffe dann in größerer oder geringerer Menge zurückbehalten oder ausgeschieden werden, je nachdem sie sich zur Assimilation eignen, oder nicht. Der Pflanzenorganismus nimmt aber, sage ich, nichts auf, was nicht zu seinem Bestehen gehört, höchstens, wie gesagt, ganz geringe Mengen solcher Materien, welche in den wesentlichen Bestandtheilen als Verunreinigungen auftreten. Wie bekannt, treten in den meisten Mineralien verunreinigende oder färbende Principien auf.

Daß die Pflanzen Stoffe aufnehmen sollen, welche als s. g. Excremente wieder in den Boden zurückkehren, ist eine Ansicht, welche keiner Beachtung verdient!

Nach den Untersuchungen von Wiegmann, **) Sprengel ***) u. A. nehmen die Wurzeln — und dies können wir schon a priori mit völliger Gewißheit ersehen und behaupten — nur dann Alles auf, wenn dieselben durch stark wirkende metallische Substanzen und dergl. geschwächt worden, dieselben also nicht mehr die Kraft

*) l. c. pag. 85 und 95.

**) l. c. pag. 42 und 49 f.

***) Die Lehre vom Dünger. S. 22. Vergl. auch Chaptal, Agriculturchemie, übersetzt durch Eisenbach. Bd. I. S. 105.

beſitzen, um eine Trennung der verſchiedenen Salze zu bewirken; es tritt jetzt der oben genannte Fall, nämlich Paſſivität und ſomit Capillarität ein, d. h. die Wurzel verhält ſich wie ein Schwamm, — eben weil das Leben getödtet!

In Wahrheit kommt nun der Fall vor, daß, wenn die Pflanze die zu ihrer Conſtitution nothwendige Mineralſalze nicht in hinreichender Menge vorfindet, das Fehlende durch andere Stoffe erſetzt wird, aber, wie Liebig *) mit Recht ſagt, durch Stoffe oder alkaliſche Baſen von gleichem Wirkungswerthe. **)

Die Beobachtung des Cadet de Gaſſincourt, daß nämlich der Samen von Salsola Kali in gewöhnliche Gartenerde geſäet, Pflanzen liefere, worin die Analyſe im erſten Jahre Kali und Natron aufweiſt, daß aber der Samen von dieſen im nächſten Jahre ſich zu Pflanzen entwickele, welche nur Kaliſalze mit Spuren von Kochſalz (Chlornatrium) enthalten, iſt durch die Verſuche Wiegmann's beſtätigt worden. Hieraus gehet alſo hervor, daß im pflanzlichen Organismus Natron durch Kali erſetzt oder ſubſtituirt werden könne, und auch die Analyſen Berthier's und de Sauſſure's jenes Tannen- und Fichtenholzes beweiſen mit aller Zuverläſſigkeit, daß Kali und Natron, ja auch Bittererde und Kalkerde ſich unter gewiſſen Umſtänden gegenſeitig vertreten. ***)

Wenn nun Körper, welche in ihrem chemiſchen und phyſikaliſchen Verhalten nicht weit von einander abweichen, ſelbſt im unorganiſchen Chemismus ſich gegenſeitig erſetzen können, ſo muß

---

*) l. c. pag. 92.

**) Hieraus geht aber hervor, daß gerade derartige Materien zum Weſen des Vegetabils gehören, und daß ſomit der Zweck der Aufnahme von unorganiſchen Baſen nicht der ſei, die organiſchen Säuren zu neutraliſiren, was auch durch jede andere Baſe geſchehen könnte.

***) Vergl. Liebig, l. c. pag. 89 f.

dieſes um ſo mehr in dem Organismus der Pflanze ſtattfinden. Faſſen wir nur einige iſomorphe Körper in's Auge, und es wird uns ſchon hieraus obige Stellvertretung möglich erſcheinen. Wir wiſſen, daß das Kali im gewöhnlichen Alaun (ſchwefelſaure Kali-Thonerde) durch Natron oder Ammoniak erſetzt werden kann; der Natron-Alaun (ſchwefelſaure Natron-Thonerde), wie der Ammoniak-Alaun beſitzen mit erſterem eine in dieſelbe Kryſtallform, — ein Octaëder.

Wie aber Natron, Kali u. ſ. w., Körper von faſt gleichem Charakter, ſich gegenſeitig vertreten können, ſo auch kann die Thonerde durch Eiſenoxyd, Maganoxyd u. ſ. w. erſetzt werden. Der Eiſen-Alaun (ſchwefelſaures Eiſenoxyd-Kali), der Mangan-Alaun (ſchwefelſaures Manganoxyd-Kali), der Chrom-Alaun (ſchwefelſaures Chromoxyd-Kali), dann der Ammoniak-Eiſen-Alaun (ſchwefelſaures Eiſenoxyd-Ammoniak) kryſtalliſiren ſämmtlich in Octaëdern.

Auch in den Pflanzen mögen Eiſen und Mangan ſich zuweilen gegenſeitig vertreten. Aber in welcher Form mögen Eiſen und Mangan im vegetabiliſchen Organismus vorkommen? Liebig antwortet: „Wir wiſſen nicht, in welcher Form die Kieſelerde, das Mangan- und Eiſenoxyd in der Pflanze enthalten iſt, nur darüber ſind wir gewiß, daß Kali, Natron und Bittererde durch bloßes Waſſer in der Form von pflanzenſauren Salzen aus allen Pflanzentheilen ausgezogen werden können; daſſelbe iſt der Fall mit dem Kalk, wenn er nicht als unlöslicher kleeſaurer Kalk zugegen iſt.“ *)

Ueber die Kieſelerde u. ſ. w. iſt bereits geſprochen worden, und was das Eiſen- und Manganoxyd betrifft, ſo mögen dieſe höchſt wahrſcheinlich nicht als ideelle Oxydpole, ſondern als Metallpole in der Pflanze enthalten ſein. Als doppelt kohlenſaures

*) l. c. pag. 91.

Eiſen- und Manganoxydul gelangen dieſe Metallitäten in den Pflanzenkörper; aber hier angelangt, erleiden dieſe kohlenſaure Verbindungen bald eine Zerſetzung in die näheren Beſtandtheile, die Kohlenſäure wird unter günſtigen Verhältniſſen nebſt dem durch die Infektion des Organismus, reſp. der Zellen, zerſetzt werdenden Waſſers in Schleim verwandelt, das Oxydul aber durch gewiſſe organiſche Stoffe gelegentlich in Metall reducirt. Dieſes geht dann hierauf organiſche, namentlich quaternäre Verbindungen ein.

Noch andere Reduktions-Proceſſe finden im Innern der Pflanze ſtatt. Der in manchen Pflanzen, wie in der Wurzel des Meerrettig's, in dem Kraute des Selleries, in den Zwiebeln u. ſ. w. vorkommende Schwefel iſt das Reſultat des Desoxydationsproceſſes ſchwefelſaurer Salze, z. B. der ſchwefelſauren Kalkerde. In Cochlearia armoracia z. B. fand Einhof, außer einem Schwefelhaltigen Oel, noch Eiweiß, Amylon, Zucker, Harz, ſchwefelſaure Kalkerde, eſſigſaure Kalkerde und freie Eſſigſäure. Hieraus erklärt ſich die Entſtehung des Schwefels. Die ſchwefelſaure Kalkerde (Gyps) wird zunächſt in Schwefelcalcium umgewandelt, und aus dieſem wird dann durch Einwirkung der Eſſigſäure, unter Bildung von eſſigſaurem Kalk, Schwefelwaſſerſtoff erzeugt.

$$\acute{C}a + \dot{H}_2\,\overline{A} = \dot{C}a\,\overline{A} + \acute{H}_2.$$

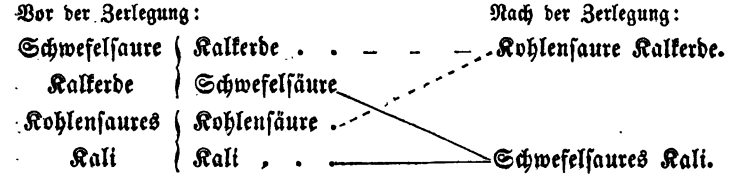
Durch die Einwirkung der Eſſigſäure auf das Schwefelcalcium wird dieſes in Schwefel und Calcium zerlegt, das Calcium löſt dann durch ſeine dynamiſche Infektion das Waſſer in ſeine Elemente auf, worauf der Sauerſtoff deſſelben mit dem Calcium zur Identität zuſammenſchlägt und Kalkerde (Calciumoxyd) bildet, der Waſſerſtoff des Waſſers aber mit dem Schwefel zu Schwefelwaſſerſtoff zuſammentritt; und nachdem Alles dies geſchehen, treten Eſſigſäure und Calciumoxyd in chemiſche Einheit. Der Schwefelwaſſerſtoff nun, in welchem die Qualitäten der Elemente nicht ſehr auf-

gehoben, erfährt bald, durch die geringste Infektion, eine Zersetzung, der Wasserstoff oxydirt sich zu Wasser, und der Schwefel geht in die organische Verbindung ein. *)

$$H_2 + O = H_2\,O + S.$$

Der in dem Oele von Allium Cepa, Allium sativum und Cochlearia officinalis enthaltene Schwefel ist ebenfalls von der vorhandenen und sich zersetzenden schwefelsauren Kalkerde herrührend, allein das erzeugte Schwefelcalcium wird hier nicht durch Essigsäure, sondern durch Citronen- oder Aepfelsäure zersetzt.

Die schwefelsaure Kalkerde erleidet aber nur in diesen wenigen Pflanzen eine Reduktion; in allen übrigen zersetzet sich dieselbe bei Gegenwart von andern Salzen blos nach dem Gesetz der doppelten Wahlverwandtschaft. Gewöhnlich erfahren aber die Salze schon in dem Boden, wenn sie mit einander in Konflikt kommen, diese Zersetzung. So z. B. der Gyps und das hinzutretende kohlensaure Kali, kohlensaure Ammoniak u. s. w. Anstatt schwefelsaure Kalkerde und kohlensaures Alkali gehen also schwefelsaures Alkali und kohlensaure Kalkerde in den pflanzlichen Organismus über. Z. B.:



*) Der Schwefel wird also nicht ausgeschieden in Folge der Oxydation des Wasserstoffs, wie man gewöhnlich sagt und glaubt, indem ja derselbe schon als solcher erzeugt worden, ehe nur eine Oxydation des Wasserstoffs beginnt. Vergl. Winkelblech, Elemente der analytischen Chemie. S. 86. Vergl. auch Rose, Handbuch der analytischen Chemie. Bd. I. S. 356.

Beide Salze werden dann in Auflösung von den Wurzeln abſorbirt; die kohlenſaure Kalkerde wird durch die Infektion der Zellen zerſetzt, die Kohlenſäure derſelben, reſp. der Kohlenſtoff bildet mit den Waſſer-Elementen zunächſt Schleim, die freigewordene Kalkerde aber tritt, wie das ſchwefelſaure Kali, mit den in den Zellen enthaltenen organiſchen Stoffen, wie zum Theil mit der Zellenmembran ſelbſt, in chemiſche Einheit.

In dem Falle, wo die ſchwefelſaure Kalkerde zuerſt aufgenommen wird, nämlich bei vorläufigem Mangel an kohlenſaurem Kali, dieſes, das Alkali, aber nachher, da findet die erwähnte Zerlegung im Innern der Pflanze ſtatt.

Wenn nun Liebig *) ſagt: „Es iſt klar, daß, wenn wir einer Pflanze Gyps und Kochſalz gleichzeitig zuführen, ſo wird ſie ſich gegen dieſe Auflöſung genau ſo verhalten, wie wenn wir ihr ſchwefelſaures Natron und Chlorcalcium zugeführt hätten. Für die Bildung ihrer ſchwefelhaltigen Beſtandtheile wird der Schwefel und das Alkali des ſchwefelſauren Salzes in ihrem Organismus zurückbleiben; Chlor und Calcium werden durch die Wurzeln wieder austreten," ſo bemerke ich dagegen (von der verkehrten Anſicht, daß das Chlorcalcium durch die Wurzel wieder austrete, abſtrahirend), daß die Pflanze im erſteren Falle ſchwefelſaures Natron und Chlorcalcium abſorbirt, im zweiten Falle aber, wenn wir ihr gleichzeitig ſchwefelſaures Natron und Chlorcalcium zuführen, Gyps und Kochſalz aufnimmt; es kann alſo von einem gleichen Verhältniß der Pflanze zu beiden Löſungen keine Rede ſein. In der Pflanze ſelbſt kann dann unter gewiſſen Verhältniſſen eine Rückbildung der Salze ſtattfinden. Es gehen dieſe Proceſſe vor ſich nach dem Geſetz der prädisponirenden Verwandtſchaft. **)

*) Die Chemie in ihrer Anwend. auf Agric. und Phyſiol. 5. Aufl. S. 82.

**) Wenn wir eine Gyps- und Kochſalzlöſung zuſammenbringen, ſo werden zuerſt Schwefelſäure, Kalkerde, Natrium und Chlor, als ſolche in

Bei manchen Salzen erfolgt in dem Boden, wenn ſie zuſammentreffen, keine Zerſetzung, kein Wechſel der Beſtandtheile, ſondern erſt in der Pflanze, und zwar bedingt durch die Infektion der Elementarorgane. Salze, welche wenig auf einander einwirken, bedürfen zur Einleitung des Proceſſes immer eines äußeren inficirenden Momentes. *)

Das Natron, welches man in gewiſſen Pflanzen, z. B. in den Solsola-, Salicornia-, Fucus-Arten und dergl. antrifft, ſtammt von dem Kochſalz; allein wir können nicht mit Berzelius ſagen: „Aller Wahrſcheinlichkeit nach iſt das Natron in dieſen Pflanzen durch doppelte Zerſetzung von Kochſalz im Innern der

---

Freiheit geſetzt. Das Natrium zerſetzt alsdann die Kalkerde, es bildet ſich Natron, dann Chlorcalcium, und nach dieſem erſt ſchwefelſaures Natron.

*) So zeigen Salpeter und Glauberſalz bei dem Vermiſchen keine Einwirkung aufeinander; erſt beim Erhitzen der Solution tritt Zerlegung ein, worauf das ſchwerlöslichſte Salz, das ſchwefelſaure Kali, herauskryſtalliſirt, das ſalpeterſaure Natron aber gelöſt bleibt. Aehnlich verhält ſich die Weinſäure in verdünnten Kalilöſungen; es entſteht erſt dann ein Niederſchlag, wenn die Flüſſigkeit ſtark geſchüttelt wird. In allen dieſen Fällen werden die Salze (welche ſich übrigens an einer und derſelben Stelle befinden) in innere Thätigkeit geſetzt, ſie treten wieder hervor und ſtellen ſich polar gegenüber. Und da jetzt durch das äußere inficirende Moment die Seele freier, das elektriſche Verhältniß intenſiver geworden, erfolgt Zerſetzung und Elementen-Austauſch. Liebig erklärt (p. 213, oder 5. Aufl. p. 348) dieſe Erſcheinungen in folgender Art: „Die Bewegung, mithin die Ueberwindung der Trägheit, des Beharrungsvermögens, verurſacht in den ſo eben angeführten Bildungs- und Zerſetzungsproceſſen eine augenblickliche andere Lagerung der Atome eines Körpers, d. h. die Entſtehung einer Verbindung, die vorher nicht vorhanden war.“ Merkwürdig, daß alle Chemiker ſolches dem Herrn Prof. Liebig glauben!

Pflanze entstanden; welche Chlorverbindung aber hierdurch gebildet, und wo sie hingekommen ist, weiß man nicht." *) Wohl aber weiß Liebig, wohin die Chlorverbindung kommt, er sagt uns, daß sie durch die Wurzel in den Boden zurückkehre. „In den Seepflanzen geht" setzt er hinzu „wie wir mit Bestimmtheit wissen, diese Zersetzungsweise vor sich; das Natron oder Kali stammt vom Kochsalz oder Chlorkalium her, welches in Gegenwart des schwefelsauren Kalkes oder der Bittererde eine Zerlegung erfährt." **) In diesen Pflanzen ist aber, wie wir wissen, weder Schwefelsäure, noch Bittererde in bedeutender Menge enthalten. Durch die Wurzeln kann nichts zurückpassiren, weil sie nichts Unnöthiges, nichts Ueberflüssiges aufnimmt und nicht aufnehmen kann; auch sind in der Wurzel durchaus keine Pflanzen-Excremente nachweisbar. Und der verdienstvolle Wiegmann sagt: „Diejenigen Versuche, welche für die Ansicht, daß die Wurzeln der Pflanzen die ihnen schädlichen Stoffe wieder ausscheiden können, sprechen sollen, ich meine die mit der Mercurialis und dem Senecio, von deren Wurzeln er (Macaire Princep) einen Theil in eine Auflösung von essigsaurem Blei, salpetersaurem Silber oder Kochsalz, den anderen Theil aber in ein neben stehendes Gefäß mit destillirtem Wasser hatte tauchen lassen, und nach einigen Tagen die Anwesenheit der angewandten Substanzen in dem destillirten Wasser durch geeignete Reagentien nachweisen konnte, sind von mir mit den nämlichen Pflanzen, und auch mit jungen Kohlpflanzen, mehrmals angestellt worden, aber jedesmal ohne den erwarteten Erfolg, ich mochte nun viel oder wenig von den schädlichen Stoffen angewendet haben. Jedesmal zeigte es sich, daß die Saugwurzeln nach einigen Tagen verletzt waren, und anfingen schwarz zu werden

*) Lehrbuch der Chemie. Bd. VIII. S. 766.

**) l. c. 5. Aufl. S. 82.

und abzusterben, da dann freilich durch die Capillarkraft eine geringe Spur der angewandten schädlichen Stoffe in die Wurzeln des anderen Gefäßes überging, in dem destillirten Wasser selbst aber nie eine Spur davon zu entdecken war, so, daß ich an dem angegebenen Resultate dieser Versuche gänzlich zweifeln muß, um so mehr, als die nämlichen Versuche von dem Herrn Prof. Unger mit der Lemna, und von dem Herrn Dr. Walsner mit zahlreichen Pflanzen angestellt, denselben negativen Erfolg gehabt haben." *)

Da nun die Pflanzen keine Excremente haben, eben weil sie nichts Unnöthiges und Ueberflüssiges aufnehmen, so ist das Vorkommen von Natron in obigen Pflanzen in einer anderen Weise zu denken. Es wird das Kochsalz nicht in der Pflanze, sondern außerhalb derselben zersetzt, und es ist die Kohlensäure, welche sich auch hier thätig zeigt; es geht das Kochsalz als kohlensaures Natron, zum Theil aber auch als solches in die Salsola- und Salicornia-Arten über. Aber in dem Innern der Pflanze angelangt, erleidet das kohlensaure Natron wieder eine Zerlegung, die Kohlensäure vereinigt sich, unter Abscheidung ihres Sauerstoffs, mit den Elementen des Wassers, das Natron mit indifferenten organischen Stoffen. Bei der Verbrennung dieser Pflanzen geht dann das Natron mit der sich bildenden Kohlensäure wieder eine Verbindung ein.

Die in dem Mineralreich vorkommenden kohlensauren Natron-Species, die Soda und Trona, sind ohne Zweifel theils auf genannte Weise aus dem Steinsalz, theils aus dem Albit und andern Feldspath-Arten entstanden. *) Die sich bei der Entstehung

*) Ueber die anorganischen Bestandtheile der Pflanzen. Eine gekrönte Preisschrift. S. 49.

**) Alle kohlensauren Mineralien oder Felsarten sind ursprünglich aus kieselsauren Verbindungen (den Urgebirgen) hervorgegangen. So der koh-

des kohlenſauren Natrons aus Stein- oder Kochſalz bildende Chlorwaſſerſtoffſäure, geht dann mit anderen Körpern chemiſche Verbindungen ein, ſie erzeugt mit dem ſehr verbreitet vorkommenden kohlenſaurem Kali das dem Kochſalz ſehr ähnliche Chlorkalium, und mit kohlenſaurer Bittererde das Chlormagneſium.

Die in dem Samen der Getreidearten enthaltene phosphorſaure Bittererde wird nicht als ſolche von den Wurzeln aufgenommen, denn ſie ſtellt ein in Waſſer unlösliches Salz dar; es iſt vielmehr die durch Zerſetzung des Bitterkalks, Bitterſpaths, der kieſelſauren Bittererde-Verbindungen, gebildete zweifach kohlenſaure Bittererde, welche in's Innere der Pflanze bringt, und hier alsdann durch die mit der Kalkerde aufgenommene Phosphorſäure die phosphorſaure Bittererde erzeugt wird. Dieſe wird dann von den ſ. g. indifferenten organiſchen Subſtanzen aufgenommen.

Während die phosphorſaure Bittererde und Kalkerde beſonders in den Samen der Getreidearten enthalten iſt, ſo die Kie-

---

lenſaure Kalk z. B. aus dem Labrador, Axinit, Epidot, Prehnit, Chabaſit, Tafelſpath u. ſ. w., indem die in der Atmoſphäre enthaltene Kohlenſäure hinzutrat, d. h. nachdem der Planet aus dem feurig flüſſigen Zuſtande in den erkalteten übergegangen. Das kohlenſaure Kupfer, die Kupferlaſur und der Malachit, entſtanden aus kieſelſaurem Kupfer, aus Dioptas, Kupferſmaragd u. ſ. w., der Bitterkalk (kohlenſaure Kalk-Bittererde) aus kieſelſauren Bittererde-Mineralſubſtanzen, wie aus dem Serpentin, Speckſtein, Chryſolith u. ſ. w., unter Hinzutreten von kohlenſaurem Kalk, oder auch aus kieſelſaurer Kalk-Bittererde, d. i. aus Hornblende und Augit. — Die in allen dieſen Fällen ausgeſchiedene Kieſelerde ging über in die Opale oder, indem die Kieſelgallerte kryſtalliniſche Form annahm, und dieſe Kryſtällchen ſich zugleich vereinigten, in die verſchiedenen Sandſtein-Gebilde. Es ſind dieſe alſo nicht in Folge zertrümmerter und abgeriebener Quarzgeſteine hervorgegangen, aber auch nicht aus der Verwandlung anderer Materien, wie der Geolog Hugi meint.

kieselerde in dem Halm. Ueberhaupt weichen die verschiedenen Theile der vegetabilischen Gebilde hinsichtlich ihres Gehalts an unorganischen Bestandtheilen bedeutend ab. In den Samen der Gräser, worin viel Amylon, Eiweiß u. dergl. erzeugt wird, werden die Salze in größerer Menge aufgenommen, als in Organen, in Zellen, in denen jene Bildungen weniger erfolgen. Der Grund, weshalb in den Blättern, Blüthen u. s. w. die Bildung der organischen Stoffe bedeutender ist, als etwa in dem Stengel oder dem Stamm, ist der, daß in ersteren Organen die Lebensenergie größer — eben weil die Pflanze einen lebendigen Magneten darstellt — und somit dann hier auch die Anhäufung der mineralischen Stoffe bedeutender ist. Man wird es also nunmehr begreiflich finden, es wird Jeder erkennen, warum die Blätter mehr Unorganisches mit sich identisch setzen, als die Aeste u. s. w., und man wird nicht mehr die Worte Meyen's beachten: „Die Anhäufung dieser Substanzen kann aber nur in denjenigen Theilen der Pflanzen stattfinden, welche transpiriren, und sie wird in solchen Theilen um so stärker sein, je stärker die Transpiration ist. So wird es denn auch erklärlich, daß man aus dem Holze der Bäume verhältnißmäßig weniger Asche erhält, als aus saftigen Kräutern." *)

Es dies ebenso, wie jene Interpretation, wo die Entstehung des Kieselpanzers der Equisetaceen u. s. w. die sein soll, daß die in dem Wasser aufgelöste und von den Wurzeln absorbirte Kieselerde bei der Verdunstung des Wassers an der Oberfläche des Vegetabils abgelagert werde, während doch die Kieselerde, sage ich, nur in Folge der chemischen Verwandtschaft angezogen, aufgenommen, assimilirt und mit der Pflanze identificirt wird.

So wissen wir nun, wie und warum die unorganischen Materien von den vegetabilischen Organismen aufgenommen werden.

*) l. c. pag. 544.

Und so wird uns denn nun auch der Einfluß der Mineralsubstanzen auf die Vegetation einleuchtend erscheinen!

2) Wirkung der unorganischen Materien auf den pflanzlichen Organismus.

Unter den verschiedenen in der Oekonomie angewandten Mineralstoffen ist es der Gyps — die Identität von Schwefelsäure und Kalkerde, — dessen große, ja auffallende Wirkung auf das Wachsthum mehrerer Vegetabilien, namentlich auf alle Kleearten und Hülsenfrüchte, dem Agronomen am bekanntesten ist.

Der ganz reine Gyps, das s. g. Marienglas oder der Gypsspath, befördert die Entwickelung der genannten Pflanzen in einem höheren Grade, als der mehr unreine, der gemeine Gyps. Je mehr Gypsspath daher in dem körnigen Gyps enthalten, desto größer ist die düngende Wirkung.

Die Gypsdüngung, welche bei uns schon seit langer Zeit sehr allgemein ist, wurde durch Franklin auch in Amerika eingeführt. Damit aber die Landwirthe von dem großen Einflusse dieses mineralischen Düngmittels bald Ueberzeugung erhalten möchten, bestreuete derselbe ein an der Heerstraße unweit Washington gelegenes Luzernenfeldes mit pulverisirtem Gyps in der Weise, daß jedem Vorübergehenden die Worte: „Diese Stellen sind gegypst worden" in die Augen fielen. Und bald hierauf wurde auch in der That die Gypsdüngung dort allgemein; nirgends, in keinem Lande, hat sich diese Düngungsweise rascher verbreitet, als hier.

Der Gebrauch des Gypses in der Landwirthschaft ist übrigens, wie erwähnt, nichts neues; denn sagt Joachim Christian Bergen: „Der Pastor Mayer in Kupferzell (im Hohenlohischen) ist, wie jeder belesene Landwirth sich erinnern wird, der erste Lobredner des Gypses. Der Gebrauch desselben bei der Landwirthschaft war jedoch in verschiedenen anderen Gegenden schon lange vorher

bekannt: und noch war seine Lehre vom Gyps nicht öffentlich erschienen, als ich schon auf Kosten meines damaligen Herrn, eine eigene Gypsmühle anlegen, und diese sowohl zum Brennen des Gypses mit Oefen und Mahlsteinen, als auch zur Präparirung des rohen Gypses mit einem Pochwerk einrichten mußte, wozu denn andere Mühlen der Art in der Nachbarschaft Veranlassung, und zum Theil Modell gaben. — Ihm gebührt jedoch der Kranz der Ceres, wenn auch gleich der Gegenstand seines Lobes anderswo schon bekannt gewesen." *)

Der Pastor Mayer aber, dieser in der Mitte des vorigen Jahrhunderts um die Landwirthschaft höchst verdiente Mann, lernte die Anwendung des Gypses durch die Korrespondenz mit dem Grafen von der Schulenburg auf Hehlen im Hannöverschen kennen, indem dort, in der Gegend von Göttingen, der Gyps als Dungmittel schon seit langer Zeit in Anwendung war. Mayer macht dann die großen Wirkungen dieses mineralischen Düngungsmittel auf die Kleearten in seinen Schriften bekannt, und diese Wirkungen wurden namentlich zuerst in der Schweiz erkannt, nachdem hier Tschiffeli u. A. durch sorgfältige Versuche sich davon überzeugt hatten. In Deutschland wurden die Wirkungen des Gypses besonders durch Schubart von Kleefeld veröffentlicht. **)

Außer dem Gyps ist auch das Kochsalz — die Einheit von Chlor und Natrium — als ein das Wachsthum vieler Vegetabilien sehr förderndes Salz bekannt. Man benutzt hierzu nicht das theuere, reine Salz, sondern die Abfälle aus den Siedereien, das s. g. Vieh- oder Düngesalz.

---

*) Anleitung für die Landwirthe zur Verbesserung der Viehzucht. Berlin und Stralsund, 1781. S. 73.

**) Vergl. Thaer, Grundsätze der rationellen Landwirthschaft. Bd. II. S. 265.

Die Anwendung dieſes Salzes als Düngmittel datirt ſeit der Zeit des rühmlichſt bekannten Bacon, Baron von Verulam, geboren zu London am 22. Januar 1561, geſtorben im April 1626. Derſelbe ſpricht von den Wirkungen der Salzlöſung auf verſchiedene Pflanzen in ſeiner Naturgeſchichte, welche er in ſeinem Werke: „Sylva sylvarum," abhandelte.

Auch Sir Hugh Platt ſpricht in ſeinem „Hausbedarf in Kunſt und Natur, 1658" von dem wohlthätigen Einfluſſe des Salzes. „Es iſt das Salz," ſagt er, „welches alle Saaten wachſen und blühen macht, und Dünger, wenn er für den Boden angewandt wird, erhält ſeine wohlthätigen Wirkungen nur durch das Salz, welches in demſelben ſich befindet."

Dieſer auffallende Einfluß der beiden Salze, namentlich aber der des Gypſes, auf die Entwickelung der Pflanzen, iſt nun ſowohl dem gemeinen Landmann, als auch dem Gelehrten bekannt, nicht aber iſt dieſen Leuten bekannt, worin der Grund der Wirkung dieſer mineraliſchen Beſtandtheile beſtehe. So viele Theorieen auch hierüber aufgeſtellt worden ſind, und fortwährend aufgeſtellt werden, ſo ſind doch alle auf einſeitigen Vorſtellungen und falſchen Auffaſſungsweiſen beruhend, und keine aller Theorieen erklärt die Erſcheinung in Wahrheit.

Die Anſichten der gewöhnlichen Oekonomen, daß der Gyps den Dünger aus der Erde anziehe und ihn der Pflanze mittheile, oder, daß nach Anderen der Gyps die Erdflöhe und alle den jungen Pflanzen ſchädlichen Inſekten vertreibe, ſind irrig und leer, und ihrer völligen Einſeitigkeit wegen ohne Weiteres zu verwerfen. Denn wenn auch der Gyps und das Kochſalz die Inſekten und Würmer vertilgen, oder vielmehr dieſelben nicht aufkommen laſſen, was allerdings die Beobachtungen beſtätigen, ſo iſt hier doch immer nicht von einer poſitiven Wirkung des Gypſes u. ſ. w., wovon doch jeder unbefangene Landwirth überzeugt iſt, die Rede. Johnſon ſagt in dieſer Beziehung von dem Salpeter: „No other salt

perhaps so noxious to insects as saltpetre and nitrate of soda; it even in some cases destroys the wire-worm." *)

Daß auch das gewöhnliche Kochſalz für die Vertilgung des Gewürms, wie auch des Unkrautes, ſich als nützlich bewährt, darüber hören wir Harris. **)

Tiefer ſind nun die Meinungen mehrerer Gelehrten:

a) Gewiſſe Agronomen ſehen den Gyps u. ſ. w. nur als Verbeſſerungsmittel des Bodens an, und zwar in ſo fern, als derſelbe die den Pflanzenwurzeln ſchädlichen Stoffe abſorbire. Allein was dies für nachtheilig wirkende Materien ſind, davon iſt keine Rede, eben weil man es nicht weiß, weil man ſie nicht kennt; auch mir ſind keine ſolche Materien bekannt. Uebrigens gehen der Gyps, das Kochſalz, nur Zerſetzungen und Verbindungen mit anderen Salzen ein, gewöhnlich nach dem Geſetz der doppelten Wahlverwandtſchaft.

b) Andere haben die Anſicht aufgeſtellt, daß die Wirkung des Gypſes in der Stärke, womit er das Waſſer abſorbire, begründet ſei, indem er dieſes Waſſer dann an die Gewächſe abgebe. Aber hierauf bemerke ich, daß der Gyps durchaus nicht die Eigenſchaft beſitzt, Waſſer anzuziehen; nur der gebrannte, d. i. der waſſerfrei gemachte Gyps, ziehet Waſſer an. ***) Allein es bringt der

*) On saltpetre and nitrate of soda as fertilizers. pag. 40.

**) Ueber den großen Nutzen des Salzes als Düngmittel für den Feldbau. Dargeſtellt durch eine Reihe von Zeugniſſen erfahrener Oekonomen, nebſt praktiſchen Regeln für deſſen Anwendung. S. 4 und 5.

***) Der Gyps verliert bekanntlich ſein Kryſtallwaſſer ſchon unter der Glühhitze; er nimmt es aber, in Berührung mit Waſſer gebracht, wieder auf, worin ſeine Anwendung zum Gypsmörtel, zum Gießen von Büſten, Statuen u. dergl. begründet iſt. Sehr ſtark gebrannter Gyps nimmt aber kein Waſſer wieder auf, gehet keine chemiſche Verbindung damit ein, verhält ſich alſo ganz wie der Anhydrit (waſſerfreier Gyps). Dieſes Mineral iſt wahrſcheinlich aus dem Gyps hervorgegangen?

ungebrannte oder rohe Gyps dieselbe Wirkung hervor, ja er soll nach der Angabe mehrerer, wohl erfahrener Landwirthe sogar schneller und kräftiger wirken, als der vom Krystallwasser befreite. Dieselbe Ansicht hat Harris von dem Kochsalz: „Der Werth des Salzes als eines Düngers besteht vorzüglich in seiner Eigenthümlichkeit, Feuchtigkeit in dem Boden zu erhalten, und solche aus der Atmosphäre zu absorbiren. In sehr trocknen Jahren ist diese Eigenschaft für leichten und seichten Boden unschätzbar." *) Das Salz zieht allerdings Feuchtigkeit an, es ist in Wasser leicht löslich; allein seine Wirkung auf die Vegetation, nämlich daß ein Acker, auf welchem Salz angewendet worden, viel mehr producirt, als ein Feld, welches nicht dieses Düngmittel erhielt, hat nicht, wie wir hören werden, in dem wenigen herbeigezogenen Wasser seinen Grund. Verkehrter ist indessen die Ansicht Wallerius' über die Wirkung des Salzes, nach welchem das Kochsalz, der Salpeter u. dgl. die öligten und fetten Theile des Bodens (!) auflösen und mit dem Wasser vermischbar machen. **) Andere Ansichten über die Wirkung der eigentlichen Salze sind mir nicht bekannt.

e) Nach anderen Gelehrten wirken der Gyps, der Kalk u. s. w. nur dadurch, daß durch diese Mineralstoffe die in dem Boden vorhandene organische Substanz rasch zersetzt, d. h. der Dünger schneller zum Faulen gebracht und somit für den Vegetationsproceß tauglicher gemacht werde. Daß aber der Gyps die Zersetzung der Thier- und Pflanzenstoffe nicht befördert, davon haben wir völlige Gewißheit.

d) Mehrere Naturforscher halten den Gyps für ein bloßes Reizmittel für die Vegetation, sie glauben nämlich, daß,

*) l. c. pag. 3.

**) Chymische Grundsätze des Ackerbaues, aus dem Lateinischen von Krünitz. S. 156 und 160. (Berlin, 1764).

ähnlich wie die Gewürze die Thätigkeit des Magens erhöhen, der Gyps das Wachsthum der Vegetabilien fördere. Chaptal z. B. sagt: „Die meisten Salze, welche man in den Pflanzen wieder findet, dienen ihnen nicht zur Nahrung, sie sind ihnen vielmehr gewöhnlich bloß dadurch nützlich, daß sie ihre Organe reizen, und ihre Verdauung erleichtern (sic!)." *) „Aber es bleibt," sagt er auch, „immer noch zu erklären übrig, warum dieses Salz (Gyps), welches nicht so reizend ist, als viele andere Salze, dennoch eine vorzüglichere Wirkung hervorbringe, warum seine Wirkung mehrere Jahre hindurch fortdauert u. s. w., und alles dies sind Fragen, welche wir noch aufzulösen haben, und deren Beantwortung nicht in der reizenden Wirkung allein zu finden sein dürfte." Chaptal hegt nun die Idee, er meint, daß die Salze nur in so weit auf die Gewächse wirken könnten, als sie im Wasser auflöslich seien, und da nun der Gyps in Wasser sehr schwer löslich sei, darum sei seine Wirkung beständig und gleichförmig, die Thätigkeit der Pflanzenorgane werde somit erhöht, ohne daß diese zu heftig gereizt oder zerfressen würden; dagegen sättige sich bei den leicht auflöslichen Salzen das Wasser mit denselben und führe sie im Ueberfluß in die Gewächse über.

Die Pflanzen kommen aber, behaupte ich, unter den gewöhnlichen Verhältnissen nie in Gefahr, zu viel Mineralsalze in sich aufzunehmen, weil sie gegen das Aeußere reagiren, weil sich die Wurzeln derselben nicht wie ein Schwamm verhalten. Uebrigens ist aus alle dem Gesagten durchaus noch kein Grund zu finden, weshalb gerade der Gyps die Thätigkeit der Organe, das Wachsthum der ganzen Pflanze erhöhe und fördere.

Auch der Pflanzenphysiolog Meyen sagt im obigen Sinne: „Der Gyps mag wohl als Reizmittel, ebenso wie Kochsalz und

*) Agriculturchemie. Bd. I. S. 120. Vergl. auch S. 117 f.

Salpeter wirken, er erfordert 460 Theile Waſſer zu ſeiner Löſung, und wird ſich demnach ſchwerlich ſo ſtark löſen, daß dadurch den Pflanzen Nachtheil gebracht wird, ſelbſt wenn er in großer Menge angewendet iſt.“ *)

e) Thaer, dieſer verdienſtvolle Agronom, ſagt, daß der Gyps nicht als ſolcher, als dieſes Salz, von Einfluß auf die Vegetation ſei, ſondern er glaubt, daß er im Boden zerſetzt werde und nun als Schwefelcalcium oder Schwefel wirke. Denn ſagt derſelbe: „Es iſt wahrſcheinlich, daß eine ähnliche Zerſetzung (nämlich eine Umwandlung des Gypſes in Schwefelcalcium), aber weit langſamer, in geringerer Temperatur vorgehe, wenn er mit modernden kohlenſtoffhaltigen Körpern zuſammenkommt, und daß davon ſeine düngende Eigenſchaft zum Theil herrühre.“ **) Dieſe Schwefelverbindung ſoll dann, wie er ſagt, zur Nahrung gewiſſer Pflanzen ganz vorzüglich geeignet ſein. Daß ſelbſt der Schwefel nicht ganz ohne Einwirkung auf die Pflanzen iſt, davon wird in der Folge die Rede ſein; allein daß der Gyps nur als ſolcher ſeine Wirkung auf die Vegetabilien ausübt, davon ſind wir völlig überzeugt! Schwefelcalcium wird von den Wurzeln nie abſorbirt. Nur im Innern weniger Pflanzen erleidet der Gyps, wie angeführt, eine Reduktion, eine Verwandlung in Schwefelcalcium, und dann in Schwefel; aber hier iſt der Schwefel, welcher ſogleich in organiſche Verbindungen eingeht, ganz ohne Einfluß auf den Vegetationsproceß. Wo Schwefelcalcium im Boden erzeugt wird, da wirkt daſſelbe nur rein dynamiſch.

f) Nach Spatzier †) und Liebig ††) beruhet die Wirkung des Gypſes in nichts Anderem, als in der Fixirung von der-

*) Vergl. deſſen Syſtem der Pflanzenphyſiologie. Bd. II. S. 125.

**) Grundſätze der rationellen Landwirthſchaft. Bd. II. S. 80 und 267.

†) Siehe Erdmann's Journal. Bd. XI. S. 89 ff.

††) l. c. pag. 80.

jenigen Quantität Ammoniak, welche außerdem, nämlich auf einem nicht gegypsten Boden, mit dem Waſſer wieder verdunſtet wäre. — Das bei der Fäulniß organiſcher Subſtanzen ſich entwickelnde, ſo wie das in der Atmoſphäre enthaltene Ammoniak, wird allerdings fixirt, es zerlegt ſich mit dem Gyps in der Weiſe, daß nicht flüchtiges ſchwefelſaures Ammoniak *) und zweifach kohlenſaurer Kalk das Reſultat des Proceſſes iſt. Z. B.:

Vor der Zerſetzung:		Nach der Zerſetzung:
Schwefelſaurer Kalk	Kalkerde	Doppelt kohlenſ. Kalkerde.
	Schwefelſäure	
Doppelt kohlenſaures Ammoniak	2. Kohlenſäure.	
	Ammoniak	Schwefelſaures Ammoniak.

„Dieſe Erklärung," ſage ich jedoch mit Prof. Mohl, „iſt zwar chemiſch, aber nicht phyſiologiſch richtig. Bekanntlich hat der Gyps auf das Wachsthum der Leguminoſen den auffallendſten Einfluß, ohne die Gräſer bedeutend in ihrem Wachsthume zu fördern; wäre ſeine Wirkung in der Fixirung des Ammoniaks begründet, ſo wäre kein Grund vorhanden, warum er nicht allen Pflanzen und beſonders den Getreidearten nützen ſollte. Da dieſes nun aber nicht der Fall iſt, ſo hat die Annahme, daß die ſpecielle Wirkung auf die Leguminoſen im Schwefelſäuregehalt des Gypſes (nein, in dieſem ſelbſt!) begründet ſei, eine überwiegend große Wahrſcheinlichkeit für ſich." **) Auch Prof. Schweitzer ſagt in Beziehung auf Liebig's Anſicht, obgleich auch er den Grund

*) Falſch iſt es, wenn Liebig (S. 174) ſagt, daß das Ammoniak ſich mit der Schwefelſäure zu einem Körper vereinige, welcher nicht flüchtig, d. h. geruchlos ſei. Daß aber nicht alle Riechſtoffe flüchtig zu ſein brauchen, habe ich früher erörtert. Aehnlich ſo verhält es ſich mit den ſ. g. Miasmen u. ſ. w.

**) Dr. J. Liebig's Verhältniß zur Pflanzenphyſiologie. S. 33.

nicht aufzudecken vermag: „Alle Erscheinungen bei dem Gebrauche des Gypses als Dünger lassen sich nach dieser Annahme nicht erklären.“ *)

Außerdem zeigt uns die Analyse, daß die Eiweißbildung (denn hierzu wird das fixirte und aufgenommene Ammoniak zunächst, und in den Cerealien und Papilionaceen vorzugsweise verwendet) in diesen vegetabilischen Gebilden, im Allgemeinen in gleichem Maße stattfindet, ja daß in den Cerealien der Eiweiß- oder Klebergehalt zuweilen noch größer, als der in den Leguminosen ist.

Und endlich sehen wir, daß beim allmähligen Uebergießen des Bodens mit Ammoniak oder schwefelsaurem Ammoniak der Vegetationsproceß durchaus nicht in dem Grade in seiner Intensität gesteigert wird, als bei dem bloßen Bestreuen des Bodens mit pulverisirtem oder gemahlenem Gyps.

Wenn nun Liebig sagt, daß die gewöhnliche Ansicht über den Einfluß gewisser Salze auf die Entwickelung der Pflanzen weiter nichts bethätige, als daß man die Ursache nicht kannte, so ist dies nach Obigem nicht der Wahrheit gemäß. Denn die Wahrheit ist dies, sagt Hegel, daß die Objektivität dem Begriffe entspricht, — nicht daß äußerliche Dinge meinen Vorstellungen entsprechen; dies sind nur richtige Vorstellungen, die Ich dieser habe.

Und sonderbar ist's, wenn unser Chemiker spricht: „Eine Pflanze enthält keine Nerven, es ist keine Substanz denkbar, durch die sie in Rausch, in Schlaf, in Wahnsinn versetzt werden kann; es kann keine Stoffe geben, durch welche ein Blatt gereizt wird, eine größere Menge Kohlenstoff aus der Luft sich anzueignen, wenn die anderen Bestandtheile fehlen, welche die Pflanze, der Samen, die Wurzel, das Blatt neben dem Kohlenstoff zu ihrer Entwickelung bedürfen. Die günstigen Wirkungen von kleinen

*) Kurzgefaßtes Lehrbuch der Landwirthschaft. I. S. 24.

Quantitäten, den Speisen der Menschen beigemischten Gewürzen sind unleugbar; aber man gibt ja den Pflanzen das Gewürz allein, ohne die Speise hinzuzufügen, die sie verdauen sollen, und dennoch gedeihen sie mit weit größerer Ueppigkeit." Die Pflanze besitzt freilich keine Nervensubstanz, sie hat keine Empfindung, kein Gefühl; denn sie ist bloße Gestalt des Lebens, und nicht, wie das Thier, wahrhafte Lebendigkeit oder Subjektivität; allein das Vegetabil besitzt dennoch einen gewissen Grad von Irritabilität, wenn auch nicht durch die Sensibilität vermittelte (s. Charakter und Leben der Pflanze). Es kann daher die Pflanze allerdings durch äußere reizende Momente zur stärkeren Absorption oder Aufnahme von Kohlensäure, Wasser, Salzen, aus der Atmosphäre und dem Boden disponirt, also ihre Lebendigkeit gefördert werden.

Wir sehen also, daß alle jetzt herrschenden Ansichten über die Wirkung der mineralischen Stoffe auf den vegetabilischen Organismus keine Befriedigung geben. Die meisten Naturforscher und Agronomen wagen nicht einmal, irgend eine Ansicht, irgend eine Erklärung abzugeben. Und Johnson spricht: „It is difficult, in our present state of knowledge, to explain the action of saltpetre as a manure, or the decided effects it produces in promoting the growth of plants; it does not absorb moisture from the atmosphere, neither is it known to promote putrefaction or enter into the composition of the commonly cultivated crops. It is pretty certain, that the explanation commonly given of its powers as a fertilizer, when it is said to be a „stimulant," is a very unsatisfactory mode of accounting for the phenomena." **)

Die Wirkung des Gypses auf die Kleearten und Hülsenfrüchte

*) l. c. pag. 80.

**) l. c. pag. 13.

Und so wird uns denn nun auch der Einfluß der Mineralsubstanzen auf die Vegetation einleuchtend erscheinen!

2) Wirkung der unorganischen Materien auf den pflanzlichen Organismus.

Unter den verschiedenen in der Oekonomie angewandten Mineralstoffen ist es der Gyps — die Identität von Schwefelsäure und Kalkerde, — dessen große, ja auffallende Wirkung auf das Wachsthum mehrerer Vegetabilien, namentlich auf alle Kleearten und Hülsenfrüchte, dem Agronomen am bekanntesten ist.

Der ganz reine Gyps, das s. g. Marienglas oder der Gypsspath, befördert die Entwickelung der genannten Pflanzen in einem höheren Grade, als der mehr unreine, der gemeine Gyps. Je mehr Gypsspath daher in dem körnigen Gyps enthalten, desto größer ist die düngende Wirkung.

Die Gypsdüngung, welche bei uns schon seit langer Zeit sehr allgemein ist, wurde durch Franklin auch in Amerika eingeführt. Damit aber die Landwirthe von dem großen Einflusse dieses mineralischen Düngmittels bald Ueberzeugung erhalten möchten, bestreuete derselbe ein an der Heerstraße unweit Washington gelegenes Luzernenfeldes mit pulverisirtem Gyps in der Weise, daß jedem Vorübergehenden die Worte: „Diese Stellen sind gegypst worden" in die Augen fielen. Und bald hierauf wurde auch in der That die Gypsdüngung dort allgemein; nirgends, in keinem Lande, hat sich diese Düngungsweise rascher verbrettet, als hier.

Der Gebrauch des Gypses in der Landwirthschaft ist übrigens, wie erwähnt, nichts neues; denn sagt Joachim Christian Bergen: „Der Pastor Mayer in Kupferzell (im Hohenlohischen) ist, wie jeder belesene Landwirth sich erinnern wird, der erste Lobredner des Gypses. Der Gebrauch desselben bei der Landwirthschaft war jedoch in verschiedenen anderen Gegenden schon lange vorher

bekannt: und noch war seine Lehre vom Gyps nicht öffentlich erschienen, als ich schon auf Kosten meines damaligen Herrn, eine eigene Gypsmühle anlegen, und diese sowohl zum Brennen des Gypses mit Oefen und Mahlsteinen, als auch zur Präparirung des rohen Gypses mit einem Pochwerk einrichten mußte, wozu denn andere Mühlen der Art in der Nachbarschaft Veranlassung, und zum Theil Modell gaben. — Ihm gebührt jedoch der Kranz der Ceres, wenn auch gleich der Gegenstand seines Lobes anderswo schon bekannt gewesen." *)

Der Pastor Mayer aber, dieser in der Mitte des vorigen Jahrhunderts um die Landwirthschaft höchst verdiente Mann, lernte die Anwendung des Gypses durch die Korrespondenz mit dem Grafen von der Schulenburg auf Hehlen im Hannöverschen kennen, indem dort, in der Gegend von Göttingen, der Gyps als Dungmittel schon seit langer Zeit in Anwendung war. Mayer macht dann die großen Wirkungen dieses mineralischen Düngungsmittel auf die Kleearten in seinen Schriften bekannt, und diese Wirkungen wurden namentlich zuerst in der Schweiz erkannt, nachdem hier Tschiffeli u. A. durch sorgfältige Versuche sich davon überzeugt hatten. In Deutschland wurden die Wirkungen des Gypses besonders durch Schubart von Kleefeld veröffentlicht. **)

Außer dem Gyps ist auch das Kochsalz — die Einheit von Chlor und Natrium — als ein das Wachsthum vieler Vegetabilien sehr förderndes Salz bekannt. Man benutzt hierzu nicht das theuere, reine Salz, sondern die Abfälle aus den Siedereien, das s. g. Vieh- oder Düngesalz.

---

*) Anleitung für die Landwirthe zur Verbesserung der Viehzucht. Berlin und Stralsund, 1781. S. 73.

**) Vergl. Thaer, Grundsätze der rationellen Landwirthschaft. Bd. II. S. 265.

Die Anwendung dieſes Salzes als Düngmittel datirt ſeit der Zeit des rühmlichſt bekannten Bacon, Baron von Verulam, geboren zu London am 22. Januar 1561, geſtorben im April 1626. Derſelbe ſpricht von den Wirkungen der Salzlöſung auf verſchiedene Pflanzen in ſeiner Naturgeſchichte, welche er in ſeinem Werke: „Sylva sylvarum," abhandelte.

Auch Sir Hugh Platt ſpricht in ſeinem „Hausbedarf in Kunſt und Natur, 1658" von dem wohlthätigen Einfluſſe des Salzes. „Es iſt das Salz," ſagt er, „welches alle Saaten wachſen und blühen macht, und Dünger, wenn er für den Boden angewandt wird, erhält ſeine wohlthätigen Wirkungen nur durch das Salz, welches in demſelben ſich befindet."

Dieſer auffallende Einfluß der beiden Salze, namentlich aber der des Gypſes, auf die Entwickelung der Pflanzen, iſt nun ſowohl dem gemeinen Landmann, als auch dem Gelehrten bekannt, nicht aber iſt dieſen Leuten bekannt, worin der Grund der Wirkung dieſer mineraliſchen Beſtandtheile beſtehe. So viele Theorieen auch hierüber aufgeſtellt worden ſind, und fortwährend aufgeſtellt werden, ſo ſind doch alle auf einſeitigen Vorſtellungen und falſchen Auffaſſungsweiſen beruhend, und keine aller Theorieen erklärt die Erſcheinung in Wahrheit.

Die Anſichten der gewöhnlichen Oekonomen, daß der Gyps den Dünger aus der Erde anziehe und ihn der Pflanze mittheile, oder, daß nach Anderen der Gyps die Erdflöhe und alle den jungen Pflanzen ſchädlichen Inſekten vertreibe, ſind irrig und leer, und ihrer völligen Einſeitigkeit wegen ohne Weiteres zu verwerfen. Denn wenn auch der Gyps und das Kochſalz die Inſekten und Würmer vertilgen, oder vielmehr dieſelben nicht aufkommen laſſen, was allerdings die Beobachtungen beſtätigen, ſo iſt hier doch immer nicht von einer poſitiven Wirkung des Gypſes u. ſ. w., wovon doch jeder unbefangene Landwirth überzeugt iſt, die Rede. Johnſon ſagt in dieſer Beziehung von dem Salpeter: „No other salt

perhaps so noxious to insects as saltpetre and nitrate of soda; it even in some cases destroys the wire-worm." *)

Daß auch das gewöhnliche Kochsalz für die Vertilgung des Gewürms, wie auch des Unkrautes, sich als nützlich bewährt, darüber hören wir Harris. **)

Tiefer sind nun die Meinungen mehrerer Gelehrten:

a) Gewisse Agronomen sehen den Gyps u. s. w. nur als Verbesserungsmittel des Bodens an, und zwar in so fern, als derselbe die den Pflanzenwurzeln schädlichen Stoffe absorbire. Allein was dies für nachtheilig wirkende Materien sind, davon ist keine Rede, eben weil man es nicht weiß, weil man sie nicht kennt; auch mir sind keine solche Materien bekannt. Uebrigens gehen der Gyps, das Kochsalz, nur Zersetzungen und Verbindungen mit anderen Salzen ein, gewöhnlich nach dem Gesetz der doppelten Wahlverwandtschaft.

b) Andere haben die Ansicht aufgestellt, daß die Wirkung des Gypses in der Stärke, womit er das Wasser absorbire, begründet sei, indem er dieses Wasser dann an die Gewächse abgebe. Aber hierauf bemerke ich, daß der Gyps durchaus nicht die Eigenschaft besitzt, Wasser anzuziehen; nur der gebrannte, d. i. der wasserfrei gemachte Gyps, ziehet Wasser an. ***) Allein es bringt der

---

*) On saltpetre and nitrate of soda as fertilizers. pag. 40.

**) Ueber den großen Nutzen des Salzes als Düngmittel für den Feldbau. Dargestellt durch eine Reihe von Zeugnissen erfahrener Oekonomen, nebst praktischen Regeln für dessen Anwendung. S. 4 und 5.

***) Der Gyps verliert bekanntlich sein Krystallwasser schon unter der Glühhitze; er nimmt es aber, in Berührung mit Wasser gebracht, wieder auf, worin seine Anwendung zum Gypsmörtel, zum Gießen von Büsten, Statuen u. dergl. begründet ist. Sehr stark gebrannter Gyps nimmt aber kein Wasser wieder auf, gehet keine chemische Verbindung damit ein, verhält sich also ganz wie der Anhydrit (wasserfreier Gyps). Dieses Mineral ist wahrscheinlich aus dem Gyps hervorgegangen?

ungebrannte oder rohe Gyps dieselbe Wirkung hervor, ja er soll nach der Angabe mehrerer, wohl erfahrener Landwirthe sogar schneller und kräftiger wirken, als der vom Krystallwasser befreite. Dieselbe Ansicht hat Harris von dem Kochsalz: „Der Werth des Salzes als eines Düngers besteht vorzüglich in seiner Eigenthümlichkeit, Feuchtigkeit in dem Boden zu erhalten, und solche aus der Atmosphäre zu absorbiren. In sehr trocknen Jahren ist diese Eigenschaft für leichten und seichten Boden unschätzbar.“ *) Das Salz zieht allerdings Feuchtigkeit an, es ist in Wasser leicht löslich; allein seine Wirkung auf die Vegetation, nämlich daß ein Acker, auf welchem Salz angewendet worden, viel mehr producirt, als ein Feld, welches nicht dieses Düngmittel erhielt, hat nicht, wie wir hören werden, in dem wenigen herbeigezogenen Wasser seinen Grund. Verkehrter ist indessen die Ansicht Wallerius' über die Wirkung des Salzes, nach welchem das Kochsalz, der Salpeter u. dgl. die öligten und fetten Theile des Bodens (!) auflösen und mit dem Wasser vermischbar machen. **) Andere Ansichten über die Wirkung der eigentlichen Salze sind mir nicht bekannt.

e) Nach anderen Gelehrten wirken der Gyps, der Kalk u. s. w. nur dadurch, daß durch diese Mineralstoffe die in dem Boden vorhandene organische Substanz rasch zersetzt, d. h. der Dünger schneller zum Faulen gebracht und somit für den Vegetationsproceß tauglicher gemacht werde. Daß aber der Gyps die Zersetzung der Thier- und Pflanzenstoffe nicht befördert, davon haben wir völlige Gewißheit.

d) Mehrere Naturforscher halten den Gyps für ein bloßes Reizmittel für die Vegetation, sie glauben nämlich, daß,

*) l. c. pag. 3.

**) Chymische Grundsätze des Ackerbaues, aus dem Lateinischen von Krünitz. S. 156 und 160. (Berlin. 1764).

ähnlich wie die Gewürze die Thätigkeit des Magens erhöhen, der Gyps das Wachsthum der Vegetabilien fördere. Chaptal z. B. sagt: „Die meisten Salze, welche man in den Pflanzen wieder findet, dienen ihnen nicht zur Nahrung, sie sind ihnen vielmehr gewöhnlich bloß dadurch nützlich, daß sie ihre Organe reizen, und ihre Verdauung erleichtern (sic!)." *) „Aber es bleibt," sagt er auch, „immer noch zu erklären übrig, warum dieses Salz (Gyps), welches nicht so reizend ist, als viele andere Salze, dennoch eine vorzüglichere Wirkung hervorbringe, warum seine Wirkung mehrere Jahre hindurch fortdauert u. s. w., und alles dies sind Fragen, welche wir noch aufzulösen haben, und deren Beantwortung nicht in der reizenden Wirkung allein zu finden sein dürfte." Chaptal hegt nun die Idee, er meint, daß die Salze nur in so weit auf die Gewächse wirken könnten, als sie im Wasser auflöslich seien, und da nun der Gyps in Wasser sehr schwer löslich sei, darum sei seine Wirkung beständig und gleichförmig, die Thätigkeit der Pflanzenorgane werde somit erhöht, ohne daß diese zu heftig gereizt oder zerfressen würden; dagegen sättige sich bei den leicht auflöslichen Salzen das Wasser mit denselben und führe sie im Ueberfluß in die Gewächse über.

Die Pflanzen kommen aber, behaupte ich, unter den gewöhnlichen Verhältnissen nie in Gefahr, zu viel Mineralsalze in sich aufzunehmen, weil sie gegen das Aeußere reagiren, weil sich die Wurzeln derselben nicht wie ein Schwamm verhalten. Uebrigens ist aus alle dem Gesagten durchaus noch kein Grund zu finden, weshalb gerade der Gyps die Thätigkeit der Organe, das Wachsthum der ganzen Pflanze erhöhe und fördere.

Auch der Pflanzenphysiolog Meyen sagt im obigen Sinne: „Der Gyps mag wohl als Reizmittel, ebenso wie Kochsalz und

*) Agriculturchemie. Bd. I. S. 120. Vergl. auch S. 117 f.

Salpeter wirken, er erfordert 460 Theile Waſſer zu ſeiner Löſung, und wird ſich demnach ſchwerlich ſo ſtark löſen, daß dadurch den Pflanzen Nachtheil gebracht wird, ſelbſt wenn er in großer Menge angewendet iſt.“ *)

e) Thaer, dieſer verdienſtvolle Agronom, ſagt, daß der Gyps nicht als ſolcher, als dieſes Salz, von Einfluß auf die Vegetation ſei, ſondern er glaubt, daß er im Boden zerſetzt werde und nun als Schwefelcalcium oder Schwefel wirke. Denn ſagt derſelbe: „Es iſt wahrſcheinlich, daß eine ähnliche Zerſetzung (nämlich eine Umwandlung des Gypſes in Schwefelcalcium), aber weit langſamer, in geringerer Temperatur vorgehe, wenn er mit modernden kohlenſtoffhaltigen Körpern zuſammenkommt, und daß davon ſeine düngende Eigenſchaft zum Theil herrühre.“ **) Dieſe Schwefelverbindung ſoll dann, wie er ſagt, zur Nahrung gewiſſer Pflanzen ganz vorzüglich geeignet ſein. Daß ſelbſt der Schwefel nicht ganz ohne Einwirkung auf die Pflanzen iſt, davon wird in der Folge die Rede ſein; allein daß der Gyps nur als ſolcher ſeine Wirkung auf die Vegetabilien ausübt, davon ſind wir völlig überzeugt! Schwefelcalcium wird von den Wurzeln nie abſorbirt. Nur im Innern weniger Pflanzen erleidet der Gyps, wie angeführt, eine Reduktion, eine Verwandlung in Schwefelcalcium, und dann in Schwefel; aber hier iſt der Schwefel, welcher ſogleich in organiſche Verbindungen eingeht, ganz ohne Einfluß auf den Vegetationsproceß. Wo Schwefelcalcium im Boden erzeugt wird, da wirkt daſſelbe nur rein dynamiſch.

f) Nach Spatzier †) und Liebig ††) beruhet die Wirkung des Gypſes in nichts Anderem, als in der Fixirung von der-

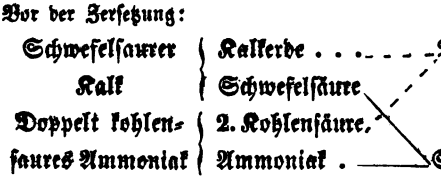
*) Vergl. deſſen Syſtem der Pflanzenphyſiologie. Bd. II. S. 125.

**) Grundſätze der rationellen Landwirthſchaft. Bd. II. S. 80 und 267.

†) Siehe Erdmann's Journal. Bd. XI. S. 89 ff.

††) l. c. pag. 80.

jenigen Quantität Ammoniak, welche außerdem, nämlich auf einem nicht gegypften Boden, mit dem Waſſer wieder verdunſtet wäre. — Das bei der Fäulniß organiſcher Subſtanzen ſich entwickelnde, ſo wie das in der Atmoſphäre enthaltene Ammoniak, wird allerdings fixirt, es zerlegt ſich mit dem Gyps in der Weiſe, daß nicht flüchtiges ſchwefelſaures Ammoniak *) und zweifach kohlenſaurer Kalk das Reſultat des Proceſſes iſt. Z. B.:



„Dieſe Erklärung," ſage ich jedoch mit Prof. Mohl, „iſt zwar chemiſch, aber nicht phyſiologiſch richtig. Bekanntlich hat der Gyps auf das Wachsthum der Leguminoſen den auffallendſten Einfluß, ohne die Gräſer bedeutend in ihrem Wachsthume zu fördern; wäre ſeine Wirkung in der Fixirung des Ammoniaks begründet, ſo wäre kein Grund vorhanden, warum er nicht allen Pflanzen und beſonders den Getreidearten nützen ſollte. Da dieſes nun aber nicht der Fall iſt, ſo hat die Annahme, daß die ſpecielle Wirkung auf die Leguminoſen im Schwefelſäuregehalt des Gypſes (nein, in dieſem ſelbſt!) begründet ſei, eine überwiegend große Wahrſcheinlichkeit für ſich." **) Auch Prof. Schweitzer ſagt in Beziehung auf Liebig's Anſicht, obgleich auch er den Grund

*) Falſch iſt es, wenn Liebig (S. 174) ſagt, daß das Ammoniak ſich mit der Schwefelſäure zu einem Körper vereinige, welcher nicht flüchtig, d. h. geruchlos ſei. Daß aber nicht alle Riechſtoffe flüchtig zu ſein brauchen, habe ich früher erörtert. Aehnlich ſo verhält es ſich mit den ſ. g. Miasmen u. ſ. w.

**) Dr. J. Liebig's Verhältniß zur Pflanzenphyſiologie. S. 33.

zugleich ein im hohen Grade dynamisch wirkendes Princip. Durch die leichte Zersetzbarkeit der im Harn u. s. w. enthaltenen organischen Verbindungen, durch die elektrischen und chemischen Processe, wie durch die hierdurch bedingt werdende Auflockerung des Bodens, wird das Vegetabil in einem hohen Grade erregt oder beseelt, und in Folge dieser Thätigkeits-Erhöhung erlangt dasselbe bald ein bedeutendes Wurzel- und Blattvermögen. Knochen, welche frisch angewendet werden, zeigen sich zwar auch durch die in ihnen enthaltene thierische Gallerte dem Pflanzenwachsthum sehr günstig, allein durchaus nicht in dem Grade, als der thierische Dünger. *) Hieraus ergibt sich nun das, was Schweitzer erfahren und in den folgenden Worten ausspricht: „Zu diesen Vorzügen des thierischen Mistes für die Düngung der Ländereien kommt nun noch der höchst wichtige, daß er einen überaus wohlthätigen Einfluß auf die physische Beschaffenheit des Bodens ausübt, die zum guten Gedeihen der darauf gebauten Früchte viel, vielleicht oft eben so viel, wo nicht mehr als die darin befindliche Pflanzennahrung, beiträgt, und durch andere Materialien, zumal solche, die nur in kleinen Massen aufgebracht werden, nicht in einer den Pflanzen so günstigen Weise herzustellen ist. Wie groß dieser Einfluß in manchen Fällen sein, welchen ungemeinen Nutzen er schaffen kann, davon würde sich Herr Liebig sehr bald überzeugen, wenn er selbst praktischer Landwirth wäre." **)

Untersuchen wir nun zunächst, was für Stoffe, für Nah-

*) Daß also die kräftige Wirkungsweise der Excremente, z. B. namentlich der flüssigen, des Urins, nicht in dem Ammoniak, das sich entwickelt, als solchem besteht, dürfte ich nicht weiter zu erwähnen brauchen. Und daß auch z. B. die Harnsäure nicht von den Wurzeln der Pflanzen aufgenommen und assimilirt werde, wie Liebig meint, versteht sich ebenfalls von selbst, da die Pflanze überhaupt nichts Organisches aufnimmt.

**) Kurzgefaßtes Lehrbuch der Landwirthschaft. S. XXI.

rungsmittel wir den Pflanzen in dem thierischen und dem mineralischen Dünger geben, und in welcher Form dieselben assimilirt werden.

Der Hauptbestandtheil des Harns der Menschen und höheren Thiere ist der Harnstoff, $= C_2 H_8 N_4 O_2$, während in den niederen Thieren die Harnsäure, $= C_5 H_4 N_4 O_3$, vorherrschend ist. Der Harn der Vögel und der Schlangen ist fast allein aus saurem harnsaurem Ammoniak bestehend. In dem Harn der pflanzenfressenden Säugethiere ist eine eigenthümliche Säure, die Hippursäure, $= C_{18} H_{16} N_2 O_5$, enthalten; eine Säure, welche wir zuweilen auch im diabetischen Menschenharn entdecken.

Der Menschen-Harn, welcher durch freie Milchsäure, $= C_6 H_{10} O_5$ (also dieselbe Zusammensetzung wie Amylon, Zucker und dergl.) eine saure Reaction zeigt, *) enthält nach der Analyse von Berzelius:

*) Hierauf bemerke ich und warne Jeden, nicht mit den gewöhnlichen Chemikern anzunehmen, als sei die Milchsäure wirklich frei, d. h. für sich, in dem Harn enthalten, was nur nach der crassen Atomistik möglich wäre. Es ist die Sache vielmehr die, daß der saure Charakter der Milchsäure durch die übrigen Bestandtheile nicht völlig aufgehoben, die Säure somit ihre Qualität behauptet. Uebrigens ist die Milchsäure mit den übrigen Verbindungen an einer und derselben Stelle. Es verhält sich mit den Bestandtheilen des Harns, wie mit denen des Blutes, von welchen letzteren Bayrhoffer (Beiträge zur Naturphilosophie. I. S. 38) mit Recht sagt: „So sind denn auch im lebendigen Blute die vielen Stoffe dynamisch durch einander vermittelt zu einfacher Totalität aller Pole und Formen, zu dem idealisirten oder beseelten Flüssigen des Organismus, worin als wirkliche Discretionen die Erfahrung nur den Gegensatz eines abstrakt Flüssigen und einer abstrakten Formation von Blutkügelchen, aber weder Eisen noch Mangan, noch andere Stoffe als besonders daseiende nachweist, welche vielmehr nur das Resultat der eingetretenen Leblosigkeit und damit der Polzersetzung und des Zerfallens der

Harnstoff	30,10
Freie Milchsäure, Milchsaures Ammoniak, Fleischextract, Extractivstoffe	17,14
Harnsäure	1,00
Blasenschleim	0,32
Kochsalz	4,45
Schwefelsaures Kali	3,71
Schwefelsaures Natron	3,16
Phosphorsaures Natron	2,94
Zweifach phosphorsaures Ammoniak	1,65
Salmiak	1,50
Phosphorsaure Bitter- und Kalkerde	1,00
Kieselerde	0,03
Wasser	933,00
	1000,00

Indem der Harnstoff in dem Boden eine Zersetzung erleidet, geht er in kohlensaures Ammoniak über, — eine Verbindung, welche durch ihre Kohlensäure dem Vegetabil Kohlenstoff, und durch das Ammoniak den zur Bildung von Eiweiß nothwendigen Stickstoff liefert. Das kohlensaure Ammoniak resultirt aus dem Zersetzungsprocesse des Harnstoffs, indem die Elemente von 2 At. Wasser hinzutreten.

Harnstoff	C_2	H_8	N_4	O_2
Hierzu die Bestandtheile von 2 At. Wasser		H_4		O_2
	C_2	H_{12}	N_4	O_4 =

den Elementen von 2 At. kohlensaurem Ammoniak. *)

einfachen Totalität in die organischen und dann die abstrakteren chemischen Elemente sind, so nur das Resultat des getödteten Lebens."

*) Eine andere Verwandlung erfährt der Harnstoff, wenn er über seinen Schmelzpunkt hinaus erhitzt wird; er zerfällt alsdann in Ammoniak

Die Milchſäure metamorphoſirt ſich in Kohlenſäure und Waſſer, in Verbindungen alſo, welche das Princip alles Vegetabiliſchen ſind. Die Harnſäure, der Blaſenſchleim, die Extractivſtoffe, dieſe geben ebenfalls in den letzten Produkten ihrer Verweſung der Pflanze dieſe zur Bildung ihrer Organe nothwendigen Beſtandtheile. Die Hippurſäure verwandelt ſich zunächſt in Ammoniak und Benzoëſäure, *) und dieſe gehet zuletzt vollſtändig in Kohlenſäure und Waſſer über. Alle dieſe Subſtanzen ſind alſo erſt dann ein Nahrungsmittel für die Vegetabilien, nachdem ſie in die urſprüngliche Form zurückgekehrt, als Kohlenſäure, Waſſer und Ammoniak erſchienen ſind; vorher wirken ſie blos dynamiſch, ſie ſind bloße Reizmittel.

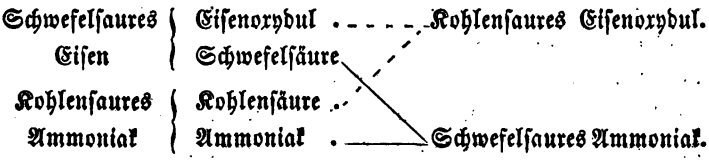
Der als kohlenſaures Ammoniak erſchienene Harnſtoff gehet aber in dieſer neuen Form für unſere Felder in Folge ſeiner großen Flüchtigkeit zum größten Theil verloren. Der Landwirth muß daher beſorgt ſein, die Ammoniakverbindung für ſeine Aecker zu erhalten, er muß dieſelbe in eine nicht flüchtige Ammoniakverbindung zu verwandeln ſuchen; dies wird bewirkt, durch Beſtreuen des Ackers mit Gyps. Nach dem Geſetz der doppelten Wahlverwandtſchaft entſtehen zwei neue Verbindungen (ſ. S. 267), welche nicht flüchtig ſind, welche alſo für den Boden fixirt werden.

---

und Cyanurſäure. Alſo wieder ein Beiſpiel für den Pflanzenphyſiologen, woraus er erſehen mag, daß ein und derſelbe Körper unter verſchiedenen Verhältniſſen andere Metamorphoſen erleide.

*) Wenn Liebig (l. c. pag. 76) ſagt: „Der Urin der grasfreſſenden Thiere enthält neben Harnſtoff Hippurſäure, die ſich durch die Fäulniß in Ammoniak und Benzoëſäure zerſetzt, wir finden das Ammoniak derſelben als Kleber, und die Benzoëſäure in dem Anthoxanthum odoratum als Benzoëſäure wieder," ſo bemerke ich, daß das Ruchgras keine Hippurſäure aufnimmt, ſondern daß vielmehr in dieſem Gras die Benzoëſäure ſelbſt erzeugt wird.

Mit Recht wird daher der Gyps von mehreren Oekonomen als Mittel zur „Erhaltung der ſ. g. Düngerkräfte“ angewendet, indem er nämlich von Zeit zu Zeit auf den Stall- und Hofmiſt geſtreut wird. Andere bedienen ſich auch wohl zur Fixirung des Ammoniaks einer Auflöſung von Eiſenvitriol (ſchwefelſaures Eiſenoxydul); es entſteht in dieſem Falle ſchwefelſaures Ammoniak und kohlenſaures Eiſenoxydul.



Außer durch die Kohlenſäure und das Ammoniak, gibt der Harn auch durch ſeinen Gehalt an unorganiſchen Salzen ein Nahrungsmittel für die pflanzlichen Organismen ab. Dieſe fixen Salze ſind es, wodurch hauptſächlich die feſten Excremente als Nahrungsmittel ihre Wirkung zeigen; denn der Stickſtoff-Gehalt iſt in dieſen unbedeutend. Die Kohlenſäure und das Ammoniak beziehen daher die Vegetabilien bei der Düngung mit feſten Excrementen beſonders aus der Atmoſphäre.

Von Wichtigkeit für den Agronomen iſt nun die Kenntniß der Beſtandtheile der verſchiedenen Thier-Excremente; denn ohne dieſe Kenntniß iſt keine rationelle Agricultur möglich, indem man außerdem nicht weiß, was man dem Boden wieder gibt. Eben ſo wichtig iſt dann aber auch die Kenntniß der mineraliſchen Beſtandtheile der häufiger angebauten Culturpflanzen, d. h. ſowohl in Hinſicht der Quantität, als der Qualität.

Durch die feſten Excremente der Pferde z. B., welche nach Jacſon phosphorſaure Bittererde und Kalkerde, kohlenſauren Kalk und Kieſelerde enthalten, und zwar:

Phosphorsaure Kalkerde	5,00
Kohlensaure Kalkerde	18,75
Phosphorsaure Bittererde	36,25
Kieselerde	40,00
	100,00

und durch den Koth der Kühe und des Rindviehs, welcher nach Haiblen besteht aus:

Kalk.	1,5
Gyps	3,1
Phosphorsaures Eisenoxyd	8,5
Phosphorsaure Bittererde	10,0
Phosphorsaure Kalkerde	10,9
Kieselerde	63,7
Chlorkalium, Kupfer	Spuren
Verlust	1,3
	100,0

geben wir dem Boden zum Theil wieder, was wir ihm in dem Getreide, dem Weizen, der Hafer u. s. w. entnommen; aber wir geben dem Boden in den genannten Excrementen keine Alkalien, kein Kali, kein Natron, wir geben diese aber in dem Harn der Pferde und Kühe.

Der Pferdeharn enthält nach Vauquelin:

Kohlensaures Natron	9
Chlorkalium	9
Kohlensaure Kalkerde	11
Hippursaures Natron	24
Harnstoff	7
Wasser	940
	1000

Und der Kuhharn enthält nach Brande:

Kohlensaures Kali	4
Kohlensaure Kalkerde	5
Schwefelsaures Kali	6
Chlorkalium und Salmiak	15
Harnstoff	5
Wasser	65
	100.

Also erst bei Anwendung der festen und flüssigen Excremente geben wir den Culturgewächsen die nothwendigen Bestandtheile. Wir erkennen dies, wenn wir die Analysen einiger Pflanzen in's Auge fassen.

Nach Sauſſure enthalten 100 Theile Asche von:

	Weizenkörner:	Weizenstroh:	Gerstenkörner:	Gerstenstroh:	Saubohnensamen:	Saubohnenstroh:
Kali	15,	12,5.	18,	16,	22,45.	31,
Phosphorſ. Kali .	32,	5,	9,2.	—	43,93.	—
Chlorkalium . . .	0,16.	3,	0,25.	0,5.	0,9.	14,
Schwefelſ. Kali .	—	2,	1,5.	3,5.	2,	2,
Phosphorſ. Erden	44,5.	6,2.	32,5.	7,75.	27,92.	6,
Kohlenſ. Erden .	—	1,	—	12,5.	—	37,5.
Kieſelerde	0,5.	61,5.*)	35,5.	57,	—	2,75.
Metalloxyde . . .	0,25.	1,	0,25.	0,5.	0,5.	0,57.
Verluſt	7,59.	7,8.	2,8.	2,25.	2,3.	6,

Die Roggenstrohasche enthält nach einer Analyse von Freſenius:

*) Der Grund, weshalb die Kieſelerde beſonders in dem Halm enthalten, iſt oben erwähnt worden.

Kali, an Kieſelerde gebunden	16,09
Schwefelſaures Kali	1,75
Chlorkalium	0,25
Chlornatrium	0,56
Kalk, an Kieſelſäure gebunden	7,62
Magneſia, desgleichen	1,92
Phosphorſ. Kalk	2,50
„ Magneſia	1,28
„ Eiſenoxyd	3,20
„ Manganoxydul, in gering. Menge.	
Kieſelſäure	63,89
Kohle	0,94
	100,00.

Der Gehalt der unorganiſchen Beſtandtheile wechſelt aber bedeutend, je nach dem Boden, auf welchem die Pflanzen vegetiren. Und dieſes nicht nur in den Cerealien, ſondern in allen Vegetabilien. *)

*) Wir wiſſen, daß nach Sauſſure's Analyſen die Aſche der Blätter von einem auf einem Kalkgebirg gewachſenen Rhododendrum ferrugineum 43,25 kohlenſaure Erden und 0,75 Kieſelerde enthielt; aber auf Kieſelboden, auf einem Granitgebirg gewachſen 16,75 kohlenſaure Erden und 2,00 Kieſelerde. Die Nadeln von Pinus abies (vom Jura) enthielten 43,5 kohlenſaure Erden und 2,5 Kieſelerde; auf Kieſelboden gewachſen 29,0 kohlenſaure Erden und 19,0 Kieſelerde. U. ſ. w. Indem alſo die Tanne auf dem Kieſelboden nicht hinreichend kohlenſaure Erden vorfand, nahm ſie ſtatt derſelben, um ſich, reſp. der Membranenſtoff, welcher die Rolle einer Säure ſpielt, zu neutraliſiren, Kieſelerde auf, welche ja zu ihrem Weſen gehört, wenn auch nicht in dieſer Quantität. Niemals aber wird die Tanne Stoffe aufnehmen, welche nicht weſentliche Beſtandtheile ſind, es ſei denn bei verletzten Wurzeln. Immer bedarf die Pflanze, ſo gut wie die Säure, zu

Ausgezeichnet sind die Cerealien, überhaupt die Gräser, immer durch den Gehalt an Kieselerde und Kali. „Die Menge von kieselsaurem Kali, welches in der Form von Heu den Wiesen jährlich genommen wird, ist sehr beträchtlich. Man darf sich nur an die zusammengeschmolzene glasartige Masse erinnern, die man nach einem Gewitter zwischen Mannheim und Heidelberg auf einer Wiese fand, und für einen Meteorstein hielt; es war, wie die Untersuchung ergab, kieselsaures Kali; der Blitz hatte in einen Heuhaufen eingeschlagen, an dessen Stelle man nichts weiter als die zusammengeflossene Asche des Heues fand.“ *)

Ist es nun gleichgültig, können wir fragen, in welcher Form wir das kieselsaure Kali den Cerealien und den gewöhnlichen Gräsern zuführen? Ist es eins, ob in Form von Dünger, oder für sich in Substanz? Und könnten wir den Dünger vielleicht nicht gänzlich entbehren, wenn wir die denselben constituirende Bestandtheile für sich in der Agricultur anwendeten? Nein! Denn der Dünger gibt nicht allein dem Pflanzen-Organismus ein Nahrungsmittel, sondern zugleich ein energisches Reizmittel ab; es stellt sich der Dünger, wie gesagt, als ein im höchsten Grade dynamisch wirkendes Princip dar. Durch die Zersetzung, welche der Dünger erleidet, durch diese continuirliche Thätigkeit wird das Leben der Vegetabilien stets angefacht und erhöht, und um so mehr können diese dann die äußerliche Objektivität sich assimiliren; es tritt somit ein höherer Grad der Energie im Wachsthume hervor, die Vegetation äußert sich energischer, als bei Anwendung bloßer

---

ihrer Neutralisation ein bestimmtes Quantum unorganischer Stoffe. Wiegmann sagt daher (l. c. pag. 46) mit Unrecht: „Indessen würde man sich sehr irren, wenn man schließen wollte, daß die Pflanzen bestimmte Stoffe in bestimmter Menge aufnähmen, und eine absolute Wahlanziehung gegen unorganische Stoffe äußerten.“

*) Liebig, l. c. pag. 137.

mineraliſcher Düngungsmittel. Und wiſſen wir nicht, daß ſelbſt auch der Gyps, dieſes die Lebendigkeit und das Wachsthum gewiſſer pflanzlichen Organismen ſo ſehr fördernde Princip, nur dann auf dieſe eine Wirkung ausübt, wenn der Boden, auf welchen er gebracht, ein humusreicher iſt?

So hat man denn die Anwendung der Kieſelerde, des Kieſelmehls (erhalten durch Glühen, Löſchen und Pochen von Quarz, Feldſpath u. dergl.) als Düngmittel für moorigen Wieſenboden ſehr vortheilhaft gefunden. Und Lampadius hat bei Anwendung einer Auflöſung des ſ. g. Waſſerglaſes (kieſelſauren Kali's) eine außerordentlich beſchleunigte Vegetation des Weizens und Roggens wahrgenommen. Alles dies jedoch nur neben dem thieriſchen Dünger. Nur in dieſem iſt der Grund geſetzt, den feſten und bindigen Boden, neben der mechaniſchen Bearbeitung, aufzulockern, ihn für die Organiſation tauglich zu machen. Nur da, wo das Starre ſich aufgeſchloſſen, und wo der milde Humus herrſcht, iſt eine üppige Vegetation möglich, — nicht allein weil jetzt die Pflanze den ihrer Natur angemeſſenen Einflüſſen ausgeſetzt iſt, ſondern auch, weil die Wurzel, das Organ, wodurch vorzugsweiſe der Proceß der Pflanze eingeleitet, in ihrer Entwickelung nicht gehemmt wird. Beide Pole der Pflanze, ſowohl der Boden- als Lichtpol, müſſen ſich vollſtändig verwirklichen können, wenn ein hoher Grad des Lebens, des Wachſens erfolgen ſoll. Dieſes iſt aber nicht bei dem bloßen Vorhandenſein unorganiſcher Materien möglich. Wir können daher durchaus nicht dem Ausſpruche Liebig's huldigen: „Es iſt gewiß, daß wir die Excremente der Thiere und Menſchen entbehren können, wenn wir im Stande ſind, aus anderen Quellen uns die Stoffe zu verſchaffen, durch die ſie allein Werth für die Agricultur beſitzen. Ob wir das Ammoniak in der Form von Urin oder in der Form eines aus Steinkohlentheer erhaltenen Salzes, ob wir den phosphor-

sauren Kalk in der Form von Knochen oder als Apatit (!) zuführen, ist für den Zweck ganz gleichgültig. Die Hauptaufgabe der Agricultur ist, daß wir in irgend einer Weise die hinweggenommenen Bestandtheile, welche die Atmosphäre nicht liefern kann, ersetzen." *) Letzteres ist allerdings Princip des Ackerbaues; allein nur in dem Falle ist es einerlei, in welcher Form wir den Dünger anwenden, wenn wir dem Boden bloß das wiedergeben wollen, was ihm durch die Ernte entnommen, ohne Rücksicht des Düngers als Beförderungsmittel des Wachsthums der Pflanzen, also wenn wir etwa einen Thonboden zunächst in einen Kalkboden umwandeln wollen. Ist dies geschehen, so ist die Form des Düngers bei der nachherigen Bebauung des Ackers mit Culturgewächsen durchaus nicht gleichgültig.

Und wenn Liebig spricht: „Es wird eine Zeit kommen, wo man den Acker mit einer Auflösung von Wasserglas, mit der Asche von verbranntem Stroh, wo man ihn mit phosphorsauren Salzen düngen wird, die man in chemischen Fabriken bereitet, gerade so, wie man jetzt zur Heilung des Fiebers und der Kröpfe chemische Präparate gibt (ein übler Vergleich!)" **), so antwortet Professor Schweitzer hierauf mit Recht: „Es sollte mich sehr wundern, wenn die Angabe, daß es noch dahin kommen werde, die Aecker mit geringen Massen von chemischen Präparaten zu düngen, nicht Charlatanen und Betrügern zur Erfindung von Düngepulvern nach Vorschrift des Herrn Prof. Liebig Veranlassung gäbe, mit deren Vertrieb sie die leichtgläubigen, nicht gründlich unterrichteten Landwirthe auf eine ihrem Geschäfte nachtheilige Weise betrügen und ihnen das Geld aus dem Beutel stehlen, das sie, verständig

*) l. c. 5. Aufl. pag. 232 und 239. Vgl. auch Petzholdt, populäre Vorlesungen über Agriculturchemie. S. 341.

**) l. c. pag. 167, oder 5. Aufl. pag. 244.

angewendet, zur wahren Verbesserung ihres Bodens hätten verwenden können." *)

Phosphorsaure Salze, welche in chemischen Fabriken bereitet werden, würden, wie wir erkennen, wenn wir einen Rückblick auf das Bisherige werfen, sich durchaus nicht als ein kräftig dynamisch wirkendes Princip auf die Vegetation zeigen, und die Strohasche, welche alsbald aufgelöst wird, kann ebenfalls für die Vegetation kein Erregendes und Belebendes in dem Grade, als der wirkliche Dünger, der Mist, abgeben, höchstens nur auf einige Zeit. So auch, ja noch weniger das Wasserglas, die Auflösung dieses kieselsauren Kali's.

Aber wozu haben wir nöthig, unseren Culturfeldern kieselsaures Kali zuzuführen? Ist nicht sowohl das Kali, als auch die Kieselerde auf unserem Planeten außerordentlich verbreitet? Finden wir nicht das Kali in jedem Thon, in jedem Mergel? Und wirkt nicht der Thon der Ackerkrume, indem er in der Zersetzung begriffen, mehr durch seine dynamische Infektion, als das wenige dem Boden zugeführte Wasserglas? Alten Lehm würde ich statt des Wasserglases anwenden, welcher nicht allein dem Boden das in Form von Getreide hinweggenommene kieselsaure Kali gibt, sondern welcher zugleich durch das in ihm enthaltene Organische, das Stroh u. dergl. höchst dynamisch wirkt, ja eine so anhaltende Wirkung zeigt, welche der des gewöhnlichen thierischen Düngers in den meisten Fällen nicht nachsteht. Immer also müssen wir von dem Princip ausgehen, dem Boden das Entzogene in einer solchen Form zurückzugeben, wodurch zugleich die höchst möglichste dynamische Infektion gesetzt wird, d. h. wodurch die Lebendigkeit der vegetabilischen Organismen bis zu dem Grade gesteigert wird, wo die Absorption und Assimilation der Nahrungsstoffe, d. i. der

*) Kurzgefaßtes Lehrbuch der Landwirthschaft. I. S. XVIII.

Act der vegetabilischen Gestaltung, mit größter Energie von Statten geht.

Außerdem haben wir in den meisten Fällen nicht nöthig, in der Agricultur an einen bloßen Ersatz von kieselsaurem Kali zu denken, — es sei denn auf einem kieselarmen Kreideboden, welchen wir mit Getreide zu bebauen beabsichtigen. Denn nicht allein die verschiedenen Thonarten u. s. w., ja selbst viele Kalkarten sind durch ihren Thongehalt, d. i. durch ihren Gehalt an Kieselerde, Kali u. s. w., ausgezeichnet; ja blicken wir hin auf die primitiven Gebirgsarten! Besonders sind es die diese Gesteine constituirende Feldspathe, welche die Vegetabilien mit Kieselerde und Kali ꝛc. reichlich versorgen; es sind dies auch die Gesteine, von welchen der Thon der Ackererde abstammt! Die wichtigsten Verbindungen aus der Feldspath-Familie sind z. B. der Kalifeldspath, oder das kieselsaure Thonerde-Kali, = KO, Si O_3 + Al_2 O_3, 3Si O_3; der Albit oder Natronfeldspath, = Na O, Si O_3 + Al_2 O_3, 3Si O_3 *); dann der Labrador oder Kalkfeldspath, welcher Kalkerde enthält; ja der Passauer Porcellanspath hat nach Fuchs die Formel: Na O, Si O_3 + Al_2 O_3, Si O_3 + 3CaO, 2Si O_3 + 2(Al_2 O_3, Si O_3). Außer anderen Feldspath-Arten beziehen die Pflanzen ihren Kieselerde- und Alkaligehalt, wie den an alkalischen Erden, aus den in vulkanischen Bildungen, wie in Mandelsteinen, Basalten, mancherlei Laven u. s. w., vorkommenden zeolithischen Substanzen, welche die Einheit von kieselsaurer Thonerde und kieselsaurem Alkali oder alkalischer Erde sind. So z. B. der Harmotom oder

*) Abich hat im Albit auch Kali gefunden, so daß die allgemeine Formel wäre: $\left.\begin{matrix}\dot{K}\\ \dot{Na}\end{matrix}\right\}$ $\dddot{Si}$ + $\ddot{Al}_2$ $\dddot{Si}_3$. Also wieder ein Beispiel, daß Körper von gleichem Wirkungswerthe einander ersetzen können.

Kreuzstein (ein Silicat von Thonerde und Baryt oder Kali, daher ein Kali- und Barytharmotom), der Stilbit (ein Silicat von Kalk- und Thonerde), der Chabasit (Natron- und Kalkchabasit) u. s. w.

Durch die dauernde Wirkung des Kohlensäure-haltigen Wassers, welches die Gebirge des Granits (= Quarz, Feldspath und Glimmer), des Gneus (= Granit, oder in vielen Fällen blos Feldspath und Glimmer diese Felsart bildend), des Glimmerschiefers (= Quarz und Glimmer), des Thonschiefers (= Quarz, Feldspath, Glimmer, Talk und Hornblende nach Leonhard; ist jedoch nichts anderes, als feinkörnige Grauwacke), der Grauwacke (ein aus Granit, Glimmerschiefer, Thonschiefer, Quarz, Kalkstein u. s. w. bestehendes Trümmergesteine) u. s. w. durchströmt, werden die Gemengtheile der Felsarten zum Theil zerstört und zersetzt, es bildet sich unter Abscheidung von Kieselerde kohlensaures Kali, zwei in Wasser leicht lösliche Materien; aber es erzeugt sich keine kohlensaure Thonerde, weil die Infektion beider, aus leicht zu erkennendem Grunde, auf einander gering, und somit ein Sich-Identisch-Setzen derselben nicht möglich ist. Das entstehende Thonerde-Hydrat wird präcipitirt. Nur in höchst geringer Menge wird die Thonerde aufgelöst; aber nicht von dem Kali, denn dieses schlägt mit der Kohlensäure zur Identität zusammen, sondern von dem entstandenen kohlensauren Kali, weshalb denn die Thonerde nur selten, ja in höchst geringer Menge als Bestandtheil der Pflanzen erscheint.

Das kohlensaure Kali erleidet im Innern der Pflanze durch das Zellenspannen, oder durch die Lebendigkeit des Organismus überhaupt, eine Zersetzung, die Kohlensäure liefert der Pflanze ihren Kohlenstoff, das Kali aber, wie auch die in die Organe eingetretene Kieselerde und Thonerde, gehen theils mit der Zellenmembran, theils mit dem Zelleninhalte in chemische Einheit ein.

Die Worte Lampadius: „In welchem Zuſtande ſich die Thonerde nun in der ausgebildeten Pflanze, ob als Hydrat oder durch eine Mineral- oder Pflanzenſäure gebunden findet, iſt noch nicht beſtimmt. Wenn andere, mit den Säuren näher verwandte Baſen, wie im Gerſtenſtroh: Kali, Natron, Talk und Kalk in hinreichender Menge mit vorkommen, ſo dürfte wohl anzunehmen ſein, daß ſie ſich als Hydrat oder Thonſilicat abgelagert (alſo abgelagert wie die Schichten, Platten und Schiefern beim Thonſchiefer, Sandſtein u. ſ. w.!) habe" *) ſind eben ſo abgeſchmackt, als deſſen Meinung, die Thonerde gelange durch Vermittlung der Humusſäure in's Innere der Pflanze.

Die in Freiheit geſetzten, oder zum Fürſichſein gekommenen Beſtandtheile jener Gebirgs- oder Felsarten werden nun, und namentlich die Kieſelerde und das Kali, vorzugsweiſe von den Gräſern, den Gramineen aufgenommen, aſſimilirt und in ihre Natur oder Form verwandelt, weil eben ſie zu ihrem Weſen gehören, oder dieſes in Verbindung mit dem Organiſchen conſtituiren.**)

---

*) Die Lehre von den mineraliſchen Düngmitteln. S. 15.

**) Hieraus folgt, daß jenes Gerede, die Kieſelerde diene den Gräſern vorzüglich dazu, um, wie die phosphorſaure Kalkerde in der Thierwelt, den Organen Feſtigkeit zu geben, nur aus dem Munde ſolcher Naturforſcher, welche immer noch auf der verſtändigen Stufe ſtehen und ſich noch nicht zur vernünftigen erhoben haben — wie alle unſere Naturforſcher — erſchallen kann. Die Kieſelerde gibt freilich Feſtigkeit, aber die Pflanze nimmt ſie nur aus dem Grunde auf, aus welchem ein Salpeter-Kryſtall nur Salpeterlöſung ſich aneignet, und nicht etwa Baryt- oder Eiſenvitriolſolution. Und wer wird die Feſtigkeit, die ſich eben als eine Eigenſchaft des Weſens manifeſtirt, im Sinne haben? — Es iſt dies eben ſo einſeitig, ja ſo albern, wie wenn die Herrn Zoologen behaupten, die Vögel, viele Inſekten, hätten Flügel erhalten, um fliegen zu können, oder daß die Flügel zum Fliegen beſtimmt ſeien.

Wo wir nun den Pflanzen aus der Familie der Gramineen Kieselerde und Kali zuführen, werden wir den Vegetationsproceß in seiner Intensität steigern. Aber irrig würde es sein, wenn wir in uns den Glauben hegten, daß z. B. der üppige Graswuchs, welchen wir durch das Bewässern der Wiesen bewirken, ausschließlich in der Zuführung von Kieselerde und kohlensaurem Kali begründet sei; es wird der Vegetationsact zugleich durch das Wasser, als solches, — durch dieses mütterliche Princip bei aller organischen Bildung, wie durch die in dem Wasser aufgelöst'ten oder suspendirten düngenden Substanzen bedingt, durch welche letzteren dem Wiesen-Boden meistens in hohem Grade dynamisch wirkende Materien gegeben werden.

Die Gräser bedürfen aber zu ihrem Gedeihen auch der phosphorsauren Salze, und zwar in einem nicht geringen Quantum. Zur Wiesendüngung werden wir daher auch von Zeit zu Zeit theils thierischen Dünger, theils Knochen, Compost (eine Mischung verschiedener Düngerarten) u. dergl. in Anwendung bringen müssen.

Die phosphorsaure Kalkerde betreffend, so hat man diese in der Agricultur schon längst im pulverisirten Zustande, als **Knochenmehl**, stets mit dem günstigsten Erfolge angewandt. Wollen wir

---

Aber wer hat sie denn dazu bestimmt? — **Gryllus campestris** z. B. besitzt Flügel, und vermag dennoch nicht zu fliegen, und zwar weil die Flügel in Disproportion zum Körper stehen. Manche Käfer, wie **Meloë, Blaps** u. a. haben nur Flügeldecken und keine Flügel. Und Alles dies geht aus der bestimmten Idee nothwendig hervor. Die Natur schreitet von den niederen Stufen allmählig zu den höheren hinauf; es werden die folgenden Produktionen auf der früheren Stufe noch unentwickelt festgehalten, aber bei dem fortschreitenden Processe werden sie immer mehr gesondert und entwickelt. Daher hinweg mit allen jenen Zweckbetrachtungen! Ueber alle teleologischen Reflexionen muß sich der Naturforscher zu erheben suchen.

jedoch eine höchſt üppige Vegetation erzielen, wollen wir in den Knochen ein kräftig wirkendes Düngmittel haben, ſo dürfen dieſelben nicht calcinirt, oder, wie es auch wohl geſchieht, mit kochendem Waſſer behandelt werden; denn hierdurch entfernen wir aus der Knochenſubſtanz das Organiſche, die Gallerte. Wenden wir dieſelbe im ungebrannten Zuſtande an, ſo geben wir den Cultur-Gewächſen nicht nur einen Gehalt an phosphorſaurem Kalk, ſondern zugleich, die Knorpelſubſtanz in Fäulniß übergehend. Kohlenſäure und Ammoniak, — Verbindungen, welche zur Erzeugung von Schleim, Zellen, vegetabiliſchem Eiweiß u. ſ. w. nothwendig ſind. Und in Folge dieſer chemiſchen Proceſſe, wie der elektriſchen Thätigkeiten, wirkt das Knochenmehl gleichzeitig als ein kräftiges Reizmittel, während daſſelbe, nachdem es calcinirt, und das Organiſche größtentheils zerſtört und verjagt worden, nur als Nahrungsmittel das Wachsthum der Pflanzen fördert. Im erſteren Falle haben wir alſo in den Knochen ſowohl ein ernährendes, als ein dynamiſch wirkendes, d. i. ein die Energie des Lebens ſteigerndes Princip.

Die Knochen, welche außer $2\dot{C}a_3\ddot{\dot{P}} + \dot{C}a_2\ddot{\dot{P}}$ eine gewiſſe Menge kohlenſaure Kalkerde und geringe Mengen oder Spuren von kohlenſaurer Bittererde und Fluorcalcium enthalten, gehen in dem Erdboden allmählig ihrer völligen Vernichtung entgegen; es erzeugt ſich durch die Einwirkung der aus dem Boden und der Atmoſphäre hinzutretenden Kohlenſäure kohlenſaurer Kalk, und die Phosphorſäure wird abgeſchieden, welche jedoch eine gewiſſe Portion Knochenerde in Auflöſung erhält. Dieſe ſaure phosphorſaure Kalkerde wird dann von den Wurzelfaſern abſorbirt und durch die Zellenthätigkeit in die verſchiedenen Theile der Pflanze geführt. Nicht gelangt aber der phosphorſaure Kalk, wie Prof. Lampadius meint, durch Vermittlung der Humusſäure in das Innere der Pflanze. Die freie Phosphorſäure zerlegt dann im Pflanzenkörper

die in dieſen eingetretene kohlenſaure Kalkerde und Bittererde, was durch die Kraft des Organismus vermittelt oder befördert wird, und vereinigt ſich mit der Kalk- und Bittererde zu phosphorſauren Verbindungen, welche dann von den organiſchen Produktionen aufgelöſ't werden.

Außer den eigentlichen Knochen geben auch die Hörner, Klauen u. ſ. w. der Thiere einen vortrefflichen Dünger ab, ſie begünſtigen den vegetabiliſchen Lebens- und Geſtaltungsproceß ſehr bedeutend, namentlich aber die Abſchabſel und Späne dieſer Subſtanzen. Dieſe Materien, welche größtentheils aus Knorpelſubſtanz beſtehen, liefern den Vegetabilien faſt nur Kohlenſäure und Ammoniak als Nahrungsſtoffe; ſie wirken alſo faſt lediglich durch ihre dynamiſche Infektion. Während die Wirkung dieſer thieriſchen Subſtanzen in Form von größeren Stücken ſich erſt nach mehreren Jahren zeigt, ſo wirken dieſelben, nach den Beobachtungen erfahrener Agronomen, raſch und kräftig, wenn ſie fein geraſpelt ſind. Denn jetzt widerſtehen ſie weniger den atmoſphäriſchen und anderen Einflüſſen, ſie gehen ſchnell in Zerſetzung über, und wirken mit Energie auf das Leben der Pflanze ein. Die genannten Stoffe, wie Horn, Klauen, Wolle, Haare u. dergl., nehmen alſo nicht, wie Liebig und alle Agronomen meinen, *) blos durch ihren Gehalt an Stickſtoff, wie durch den Gehalt an phosphorſauren Salzen, Antheil an dem vegetabiliſchen Lebensproceſſe! Außerdem können wir mit Liebig nicht ſagen, daß das Ammoniak in den thieriſchen Excrementen nur deshalb die günſtige Wirkung ausübe, weil es begleitet ſei von den zu ſeinem Uebergang in Blutbeſtandtheile nöthigen anderen Stoffen. **)

---

*) Vergl. Solly, Agriculturchemie. S. 125. Vergl. auch Petzholdt, populäre Vorleſungen über Agriculturchemie. S. 309.

**) l. c. 5. Aufl. pag. 276.

In Gegenden, wo Phosphorsäure-haltige Mineralien vorkommen, wie Apatit u. s. w., werden diese, wie bekannt, als Düngmittel benützt; ja Sprengel düngte mit Phosphorit mehrere Getreide-Arten mit dem besten Erfolge. Daß jedoch diese Mineralsubstanzen hauptsächlich nur als Nahrungsmittel den Vegetabilien nützen können, ohne zugleich die innere Thätigkeit, die Seelenhaftigkeit derselben zu erhöhen, dürfte nicht weiter zu erörtern sein.

Thörigt ist es denn nun auch, die Wirkung der Thon-haltigen Düngmittel ausschließlich den in ihnen enthaltenen Alkalien, Erden, dem Phosphorsäuregehalt u. s. w. zuzuschreiben, und von noch größerer Einseitigkeit zeugt die Interpretation Liebig's über die düngende Wirkung des gebrannten Thons, nämlich des Thon- und Ziegelmehls. Nach ihm wirkt das Thonmehl nicht als solches, es beruht vielmehr dessen Wirkung, wie die des Gypses, in der Fixirung des Ammoniaks. *) Liebig sagt a. a. O.: „Nicht minder einfach erklärt sich jetzt (!) die Düngung der Felder mit gebranntem Thon, die Fruchtbarkeit der eisenoxydreichen Bodenarten. — Eisenoxydhaltiger Boden und gebrannter Thon, dessen poröser Zustand das Einsaugen von Gas noch mehr begünstigt, sind also wahre Ammoniaksauger, welches sie durch ihre chemische Anziehung vor der Verflüchtigung schützen." Der Thon setzt sich allerdings mit dem Ammoniak leicht in ein elektrisches Verhältniß, es findet eine Ammoniak-Absorption statt, ja wir wissen selbst, daß die Thonerde, das Eisenoxyd, mit dem Ammoniak in chemische Einheit tritt, wir wissen, daß sogar der dichte Rotheisenstein ein gewisses Quantum Ammoniak enthält. Dennoch ist dieses Verhalten nicht hinreichend, um die Meinung Liebig's zu unterstützen, dennoch gibt dieses Verhalten der Ansicht Liebig's selbst nicht den geringsten Grad

*) l. c. pag. 82; 5. Aufl. pag. 72 f.

von Gewißheit. Glaubt denn Liebig, der Pflanze sei es so sehr um Ammoniak zu thun? Ich glaube nicht, — wie ich denn überhaupt nichts glaube, sondern behaupte mit absoluter Gewißheit, daß wir den großen Einfluß des gebrannten Thons nicht dem Ammoniak als solchen zuschreiben können, daß also der Mehrertrag nicht aus dem Stickstoff des Ammoniaks resultire. Das vegetabilische Eiweiß, zu dessen Bildung allein das Ammoniak verwendet wird, erscheint z. B. in den Cerealien und den Leguminosen nicht in sehr großer Menge.

Betrachten wir einige Analysen der Getreide-Arten und Hülsenfrüchte, so sehen wir, daß z. B. das Mehl von Secale cereale nach Einhof enthält:

Stärke	61,07
Pflanzenleim	9,48
Pflanzeneiweiß	3,28
Nicht krystallisirter Zucker	3,28
Gummi	11,09
Pflanzenfaser	6,38
Unbestimme Säure und Verlust	5,62.

Außerdem mehrere Salze.

Der französische Weizen enthielt nach einer Untersuchung von Vauquelin:

Stärke	71,49
Pflanzenleim	10,96
Zucker	4,72
Gummi	3,32
Wasser	10,00.

Nach Fuß enthielt der Samen von einer Weizen-Art:

Stärke	56,03
Pflanzenleim	15,04

Pflanzeneiweiß	0,15
Schleimzucker	0,60
Gummi	0,41
Pflanzenfaser und Hülsen	8,30
Wasser	9,39
Saure phosphorsaure Salze	0,08.

Das Mehl der Hafer ergab nach einer Analyse von Vogel:

Stärke	59,00
Pflanzenleim	4,30
Zucker und bitteres Extract	8,25
Gummi	2,50
Fettes Oel	2,00
Feuchtigkeit und Verlust	23,95.

Betrachten wir nun einige Analysen, welche Einhof mit einigen Hülsenfrüchten angestellt, z. B.

Erbsen:

Stärke	32,45
Pflanzenleim	14,56
Eiweiß	1,72
Zucker und Extractivstoff	2,11
Gummi	6,37
Faserstoff und dergl.	21,88
Wasser und Verlust	20,62.

Linsen:

Stärke	32,81
Pflanzenleim	37,32
Eiweiß	1,15
Zuckerhaltiges Extract	3,12
Gummi	5,99
Schalen und dergl.	18,75.

So sehr auch der Gehalt dieser Samen an Eiweiß, Amylon u. s. w. variirend ist, so sind doch alle diese Samen gleich gesunder Entwickelung fähig. Wir wissen z. B., daß der Amylongehalt im Weizen von 40,0 — 74,0, und der Klebergehalt von 8,0 bis 30,0 variirt.

Der Gehalt an vegetabilischem Eiweiß ist also in den meisten Fällen gering; auch der Klee, die Bohnen ꝛc. sind gewöhnlich nicht Stickstoff-reicher, als die Cerealien, und das zur Bildung des Eiweißstoffes nothwendige Ammoniak bietet die Atmosphäre in ganz reichlicher Menge dar; wir haben somit nicht nöthig, für die Culturpflanzen noch Ammoniak in dem Boden zu fixiren.

Die auffallenden Wirkungen des gebrannten Thons beruhen nun in nichts Anderem, als zunächst in dessen dynamischer Infektion auf den pflanzlichen Organismus, welche inficirende Kraft des Thons durch das elektrische Verhältniß zwischen ihm und dem Ammoniakgas erregt wird, und sich sodann auf die übrigen Bodenbestandtheile und die Pflanzen überträgt. Sodann ist auch das Thon- oder Ziegelmehl von mittelbarem Einflusse auf das Pflanzenwachsthum; es lockert den Boden auf, gestattet hierdurch der Luft mehr freien Zutritt, macht das überflüssige Wasser schneller verdunsten und befördert die Funktion der Wurzeln. Jeder wird nun mit mir einverstanden sein, daß das von dem Thon fixirte Ammoniak für sich durchaus nicht das vegetabilische Wachsthum fördere, daß es durchaus nichts zur Zellenbildung oder Zellenvermehrung beitragen kann, indem es nur innerhalb der Zellen mit dem sich zersetzenden Schleim in Beziehung tritt, einen Proceß eingeht, dessen Resultat das Pflanzen-Eiweiß ist.

Die Wirkung des Thonmehls ist also eine doppelte, sie ist bedeutend, ja nach den Erfahrungen des Lampadius sowohl im ausgesogenen und vorjährig gedüngten, als im frisch gedüngten

Boden ſichtbar. Derſelbe hat z. B. im angeſogenen Haferſtoppelfelde durch Anwendung des Ziegelmehls den zehnfachen Ertrag gelegter Kartoffeln erhalten; aber auf Wieſen ausgeſtreuet, leiſtete das Ziegelmehl keine Dienſte. Denn in dieſem Falle wird nicht der Boden in Activität geſetzt, es kommt das namentlich durch das Ammoniak in Thätigkeit geſetzte Thonmehl nicht mit dieſem, dem Boden, in innige Berührung, in Kampf; und unmittelbar auf den Pflanzenkörper zeigt das in Rede ſtehende Düngungsmittel keine Wirkung.

Alſo weder Liebig's Anſicht, noch die des Prof. Lampadius: „Ich ſelbſt habe den Gedanken geäußert, ob nicht, wie Kaſtner ſchon früher annahm, der Thon durch das Brennen, in Hinſicht auf ſeine imponderabelen Stoffe (Stoffe aber, welche nicht ſchwer ſind, exiſtiren gar nicht!), Veränderungen erleide. Vor allem bleibt aber gewiß die Wirkung der Humusſäure auf die Thonerde zu berückſichtigen (keineswegs!)," *) iſt irgend einer Beachtung würdig. Liebig wird nun auch die folgenden Worte zurücknehmen: „Die Thonerde nimmt an der Vegetation nur indirect, durch ihre Fähigkeit, Waſſer und Ammoniak anzuziehen und zurückzuhalten, Antheil; nur in höchſt ſeltenen Fällen findet ſich Thonerde in den Pflanzenaſchen, in allen findet ſich aber Kieſelerde (weil die lösliche Kieſelerde-Modifikation, ſage ich, überall hingeführt, in allem Urſchleim enthalten war), welche in den meiſten Fällen nur durch Vermittlung von Alkalien in die Pflanze gelangt. (Oh! minime. In allen Fällen nur als ſolche!)." **) Polemiſirt nun auch Liebig (pag. 82) gegen die Anſicht, nach welcher die Wirkung des genannten Düngſtoffes blos in einer Anziehung von Waſſer beruhe, ſo iſt ſeine Anſicht nicht viel höher zu ſetzen.

*) l. c. pag. 27.

**) l. c. pag. 129; 5. Aufl. pag. 147.

Eben so thörigt ist es denn auch, die Wirkung des Kochsalzes in dessen Eigenschaft Wasser anzuziehen und für den Boden zurückzuhalten zu suchen.

Wie bekannt, hat man das Kochsalz (Chlornatrium) bis jetzt bei den meisten Vegetabilien mit Vortheil als Düngmittel angewandt. Während aber die eigentlichen Salzpflanzen, wie Salsola, Salicornia u. s. w. das Chlornatrium vorzugsweise und in größerer Quantität zu ihrem wahren Gedeihen bedürfen, so alle übrigen vegetabilischen Gebilde nur in geringem Maaße. Und bei Anwendung des Chlornatriums in dem richtigen Verhältniß hat es sich stets als ein höchst ausgezeichnetes Düngmittel bewährt; es producirt der mit Salz bestreute Acker meistens doppelt so viel, als der, auf welchem kein Salz in Anwendung gebracht wurde. Wohl haben wir hierbei stets auf die Bodenart Rücksicht zu nehmen. So darf das Kochsalz nicht auf sehr kaltem und feuchtem Boden angewandt werden, oder jedoch nur in höchst geringer Menge; denn die Pflanze würde in diesem Falle mehr aufnehmen, als sie zu assimiliren vermag, also mehr, als zu ihrer Constitution gehört.

Auch darf das Chlornatrium nicht gleichzeitig mit der Saat angewendet werden, sondern immer nur mehrere Wochen vor dieser, d. h. erst dann, wenn das Salz sich mit den übrigen Bestandtheilen, welche den Boden constituiren, chemisch und mechanisch vermittelt hat, weil das Kochsalz als solches auf die Vegetation von nachtheiligem Einflusse ist.

Schübler und Majer stellten Versuche mit Gerste, Wicken und Kresse an, und fanden, daß die Samen in mit Kochsalz reichlich gedüngtem Boden entweder gar nicht zum Keimen kamen, oder, daß die entwickelten Pflänzchen bald verkümmerten und dem Tode anheim fielen; die Erde enthielt 0,9 — 1,1 pCt. Salz. Die größte Wirkung ward sichtbar bei Anwendung von 0,004 pCt.; bei 0,008 bis 0,193 pCt. verminderte sich die Wirkung, die Fruchtbarkeit

des Bodens nahm ab, und bei 0,290 pCt. hörte alle Wirkung auf. Hiernach würden für Gerste auf 1 Pariser Quadratfuß Ackerland durchschnittlich 6,5 Gran, oder, auf 1000 Quadratfuß etwa 28 Loth Kochsalz in Anwendung zu bringen sein. *)

Bei schwerem Boden müssen wir stets weniger Salz anwenden, als bei leichtem, und zwar schlägt Harris für Gerste und Hafer auf leichtem Boden 10 — 12 Centner per englischen Morgen vor, auf schwerem nur 6 — 8 Centner, und auf Mittelboden 8 — 10 Ctr.; für Erbsen, Bohnen und Kartoffeln wohl eben so viel; für Weizen aber etwa zwei Centner mehr. Auf Wiesen schlägt derselbe vor bei leichtem Boden 7 — 10 Ctr., für Mittelboden 6 — 8 Ctr., und für schweren Boden nur 4 — 6 Ctr.

Es richtet sich also das Quantitäts-Verhältniß nicht nach dem Bedarf der Pflanzen an Kochsalz, sondern darnach, um mit den übrigen Mineralstoffen einen dem Wesen der Pflanzen angemessenen Boden herzustellen, — einen Boden, welcher ganz mit dem übereinstimmend ist, aus und in dem die Pflanzen in jener Zeit in die Existenz traten. Wir sind sicher, einen solchen Boden erzielt zu haben, wenn wir die Pflanzen in der größten Ueppigkeit erscheinen sehen. Kochsalz finden wir in allen unseren Pflanzen, weil der Ocean bei jenen Erdkatastrophen auch unseren Erdtheil bedeckte, bei seinem Zurücktreten aber überall Spuren hinterließ. Daher verlangen denn auch unsere Culturgewächse Chlornatrium, sie verlangen einen mehr oder weniger gesalzenen Boden. Dieser ist aber in der jetzigen Zeit selten, und wir sind daher genöthigt, den Getreidefeldern Kochsalz zuzuführen, eben so wie wir uns in den meisten Gegenden des Gypses als eines Düngmittels bedienen müssen.

Gyps und Kochsalz geben nun sowohl ein Nahrungsmittel, als ein Reizmittel ab, ja letztere Verbindung wirkt in größerer

*) Vergl. Lampadius, l. c. pag. 38.

Menge so heftig, daß sie der Entwickelung der Pflanzen gänzlich entgegen wirkt. Wissen wir nun aber einmal, worin denn in Wahrheit die Wirkungen der Düngungsmittel auf die pflanzlichen Organismen bestehen, so stehet zu hoffen, daß künftig in der Agricultur größere Fortschritte gemacht werden, als es bis jetzt bei den einseitigen, höchst falschen Ansichten der Fall war.

Gewisse Salze, wie schwefelsaures Natron, Chlorcalcium, Salmiak u. s. w., welche man ebenfalls, jedoch ohne auffallende Wirkung, als Düngungsmittel angewendet hat, wird man fernerhin aus der Reihe der mineralischen Düngstoffe entfernen. Denn erstlich sind sie nicht zum Wesen der Vegetabilien gehörig, sie sind für diese kein Nahrungsmittel, und zweitens ist ihre dynamische Infektion auf den Pflanzenorganismus höchst gering, sie sind also auch keine Reizmittel, wenigstens nicht mit Energie wirkende.

Mit großer Energie wirken immer verwesende organische Substanzen. Denn wie durch die Erfahrung bestätigt, gewinnt man dem Boden stets einen hohen Ertrag ab, wenn man demselben eine sogenannte grüne Düngung gibt, was in der Weise geschieht, daß die auf dem Acker vegetirenden Pflanzen durch Unterpflügen diesem einverleibt werden. Durch die Gründüngung bewirken wir somit eine künstliche Humuserzeugung. Und durch diese Thätigkeit wird der Proceß des Vegetabils erregt, regiert, d. h. das vegetative Leben oder der Gestaltungsact verstärkt. Durch die Kohlensäure, das Wasser und Ammoniak (wie durch die mineralischen Bestandtheile), welche aus dem Destructionsprocesse der organischen Substanzen resultiren, erhalten die Pflanzen zugleich die zu ihrem Wachsthume unentbehrlichsten Nahrungsstoffe. Kohlensäure, Wasser und Ammoniak würde die Pflanze jedoch außerdem, d. h. ohne Anwendung einer Gründüngung, in hinreichender Quantität vorfinden und erhalten, und es beruht der

Vortheil der Gründüngung durchaus nicht allein hierin, weßhalb wir denn die Erklärung, welche Liebig *) in den folgenden Worten gibt, nämlich: „Das Ansäen eines Feldes mit einer Brachfrucht, mit Klee, Roggen, Lupinen, Buchweizen ꝛc., und die Einverleibung der ihrer Blüthe nahen Pflanzen in den Boden durch Umackern, löst diese Aufgabe insofern, als bei einer neuen Einsaat die sich entwickelnde junge Pflanze in einer gewissen Periode ihres Lebens ein Maximum von Nahrung, d. h. eine verwesende Materie vorfindet," nicht eine genügende nennen können, wie es Schweitzer thut. **)

Wissen wir nun, worin die Wirkungen des Düngers auf die Vegetabilien bestehen, wissen wir, was diese dem Boden an unorganischen Bestandtheilen entziehen, so werden wir auch sämmtliche Düngermaterialien gehörig anzuwenden verstehen. Princip in der Agricultur muß stets sein, reiche Ernten, d. i. einen hohen Ertrag, mit einem möglichst geringem Aufwand von Düngungsstoffen zu erzielen. Erreichbar ist dieses Ziel nur durch rationelle Wirthschaftssysteme. ***) Ein wahrhaftes Princip muß dem Frucht-

*) l. c. pag. 154.

**) l. c. pag. 23.

***) Die unterschiedenen Wirthschafts- oder Feldsysteme (auch Feldeintheilung, Rotation der Früchte, Ackerumlauf, Roulirung genannt) hat man eingetheilt: a) in Felderwirthschaften, b) in Koppelwirthschaften (Wechselwirthschaft) und c) in Fruchtwechselwirthschaften. Die Felderwirthschaft wird wieder abgetheilt in die Drei- und Vierfelderwirthschaft. Jene hat im ersten Jahre Brache, im zweiten eine Winterhalmfrucht, im dritten Jahre eine Sommerhalmfrucht, und nach diesem tritt wieder Brache ein; diese, die Vierfelderwirthschaft hat ebenfalls im ersten Jahre Brache, im zweiten Winterhalmfrucht, im dritten und vierten wieder Winter- oder Sommerhalmfrucht. Bei der verbesserten Dreifelderwirthschaft findet anstatt der Brache, oder eines Theils

wechſelſyſteme, — welches allein wir hier zum Gegenſtande unſerer Betrachtung machen können — unterliegen, wenn daraus Vortheile entſpringen ſollen.

Werden wir uns aber Vortheile verſprechen können, wenn dieſelben geſucht werden, wo ſie nicht zu finden ſind, wie z. B. in den oben beſprochenen Wurzelexcretionen, den Pflanzen-Excrementen, wie es immer noch bei mehreren unſerer größten Agronomen vorkommt? Gewiß nicht. Denn Wurzelſecretionen ſind nichts Empiriſches, auch nichts dem Begriffe Entſprechendes, alſo nur reine Erdichtungen des gewöhnlichen Verſtandes! Finden wir auch an den Wurzeln der Pflanzen ſelbſt in ganz trockenem Boden, eine feuchte, ſchmierige Maſſe, ſo iſt dies doch nur, wenn auch nicht ausſchließlich, wie Wiegmann *) ſagt, in der Anziehung der Saugwurzeln begründet, ſodaß wir alſo durchaus nicht eine Ausſcheidung beſonderer flüſſiger Subſtanzen anzunehmen brauchen. Nur Waſſer und Kohlenſäure, auch wohl Ammoniak, ſcheiden die Wurzeln aus, welche bei den in den Wurzelzellen erzeugt werdenden organiſchen Verbindungen frei werden. Dieſes Waſſer verbreitet ſich dann in der Nähe der Wurzeln, löſt, in Verbindung mit der Kohlenſäure, die unorganiſchen Materien auf und kehrt ſo concreter geworden in das Innere des Organismus zurück.

Jene Pflanzen-Excremente ſollen nun auf Pflanzen derſelben Art von nachtheiligem Einfluſſe, und hierin dann die Erſcheinung

derſelben, Anbauung gewiſſer Gewächſe ſtatt. Die Koppelwirthſchaft beſteht darin, daß daſſelbe Feld abwechſelnd zum Bau von Früchten und zur Weide benutzt wird. Sie wird eingetheilt: a) in die mecklenburgiſche, b) in die holſteiniſche und c) in die der Gebirgsländer. Hauptprincip der Fruchtwechſelwirthſchaften iſt, daß wir immer nur verſchiedenartige, und nicht gleichartige Gewächſe auf demſelben Boden unmittelbar hinter einander folgen laſſen.

*) l. c. pag. 49.

begründet ſein, warum von einer Pflanze nicht mehrere Generationen nach einander auf dem nämlichen Boden gebaut werden können, warum ſie nicht gedeihen, ſelbſt wenn die ausgezeichnetſten Düngungsmittel angewandt werden. Mohl beſtreitet nun zwar dieſe Excrementen-Theorie; denn ſagt derſelbe: „Die Nothwendigkeit von Wurzelſecretionen exiſtirt nicht im mindeſten. Zugegeben, daß in Folge des Ernährungsproceſſes Produkte gebildet werden, welche für die Pflanze nicht weiter verwendbar ſind. (Dies wären alle organiſchen Säuren, Baſen, flüchtigen Oele und Harze), ſo können dieſe in Gasform durch die Blätter abgeſchieden (!), in Form von Secreten in Drüſen, eigenen Gefäßen niedergelegt ſein (dies wären Harze und Gummi) u. ſ. w.," allein es glaubt dieſer Botaniker, daß von der erſten Pflanzen-Generation dem Boden etwas mitgetheilt werde, was auf die zweite Generation ſchädlich einwirke, und dies ſeien die organiſchen Verbindungen, welche in den im Boden zurückbleibenden Wurzeln enthalten; die organiſchen Beſtandtheile dieſer Wurzeln ſollen dann von den Pflanzen aufgenommen werden (aber Amylon, Alkaloïde u. ſ. w. ſind meiſtens unlösliche Materien, und dann nehmen ja auch die Pflanzen [ausgenommen die Paraſiten] durchaus nichts Organiſches, keine ternäre und quaternäre Verbindungen auf), ehe ſie in binäre Verbindungen übergegangen; von Pflanzen fremder Art ſollen ſie zu ihrer Ernährung verwendet werden, aber auf Pflanzen derſelben Art dagegen ſchädlich einwirken. *)

Obige Erſcheinung iſt jedoch, behaupte ich, ganz allein darauf beruhend, daß die erſte Pflanzen-Generation dem Boden ſo viel Mineralſtoffe entzieht, daß eine zweite nicht mehr das zu ihrem Wachsthum und völligen Gedeihen erforderliche Quantum vorfindet. Verſehen wir nun auch den Boden reichlich mit friſchem

*) l. c. pag. 51 f.

Dünger, es wird dennoch eine Pflanze derſelben Art auf demſelben nicht wahrhaft gedeihen, weil erſtens in dem Dünger nicht alle für die Pflanze nothwendigen Materien in gehöriger Menge enthalten, und zweitens die in dem Dünger, den feſten und flüſſigen Thierexcrementen, enthaltene Salze, wie die phosphorſauren ꝛc. durch hinzutretendes kohlenſaures Waſſer zuerſt wieder in aufnehmbare und aſſimilirbare Verbindungen metamorphoſirt werden müſſen, wozu aber, wie bekannt, längere Zeit erforderlich iſt.

Hieraus leuchtet alſo klar hervor, daß man jede Pflanze, wie auch Wiegmann behauptet, in demſelben Boden mehrere Jahre unmittelbar hinter einander mit Vortheil bauen könne, wenn man dem Boden nur alle diejenigen Mineralſubſtanzen gibt, welche zur Conſtitution der Culturpflanze nothwendig ſind. Denn ſelbſt Erbſen, welche doch bekanntlich nicht vor dem ſechsten Jahre auf dem Boden, worauf ſie früher vegetirten, angebaut werden können, eben wegen ihres großen Bedarfs an unorganiſchen Stoffen, hat Wiegmann zwei Jahre nach einander mit großem Vortheile gebaut, und zwar durch Anwendung von Compoſt, eines Düngergemiſches, welches alle für die Erbſen nothwendigen unorganiſchen Subſtanzen in gehörigem Maaße enthielt.

Pflanzen, welche den Boden durch bedeutendes Entziehen an unorganiſchen Beſtandtheilen unfruchtbar machen, wie Erbſen, Klee, Lein, gedeihen alſo erſt nach Verlauf mehrerer Jahre wieder bei Anwendung des gewöhnlichen Düngers, während andere Gewächſe, wie Taback, Hanf, Hafer, Roggen u. ſ. w. bei gehöriger Düngung unmittelbar nach einander angebaut werden können, wenn auch nicht gerade mit großem Vortheile!

Conſtatirt iſt es aber auch, daß Erbſen, Bohnen, Wicken, Linſen, Klee u. ſ. w. der Bodenkrume bedeutend weniger entziehen, dieſe viel weniger arm an unorganiſchen Verbindungen machen, als Flachs, Roggen, Weizen, Gerſte, Hafer, und daß die Kar-

toffeln, Rüben, der Kohlreps, die Rübsen, wieder der Boden- oder Ackerkrume weniger entnehmen, als der Flachs und die Getreidearten.

Die Pflanzenwurzeln nehmen nämlich nur mit ihren Enden, den Spitzen, ihre Nahrung auf, daher die Pflanzen blos diejenige Bodenschicht erschöpfen, welche ihre Wurzelspitzen erreichen können. Also Pflanzen mit kriechenden oder flachgehenden Wurzeln schöpfen die Nahrungsstoffe nur aus der Krume, den oberen Bodenschichten; aber Pflanzen mit Pfahlwurzeln, mit tief gehenden Wurzeln, absorbiren die aufgelösten Nahrungsmittel aus dem Untergrund, den untern oder tieferen Schichten des Bodens. Pflanzen letzterer Art können daher in einem Boden hinreichende Nahrung finden, dessen oberen Schichten durch Pflanzen mit flachgehenden Wurzeln völlig erschöpft worden sind.

Wie also die Wurzel der jungen Pflanze in ihrem terminalen Wachsthume fortschreitet, nämlich durch Spitzenverlängerung, so findet die Absorption der Nahrungsstoffe in immer tieferen Schichten statt; denn den oberen Wurzeltheilen geht diese Funktion ab, weil sie in die Erstarrung versunken, wie es ja überhaupt das Charakteristische des Pflanzenlebens ist, in den älteren Gebilden mehr und mehr, und zwar ziemlich rasch zu erstarren, sodaß endlich die Lebensthätigkeit der Organe so gering wird, daß diese nicht mehr auf das Aeußere einzuwirken, sich mit diesem nicht mehr in Polarität zu setzen vermögen, und somit eine Anziehung oder Aufnahme von Nahrungsstoffen unmöglich wird. Die Wurzeln können daher nur mit ihren Enden, den Spitzen, ihre Nahrung aufnehmen.

Da nun die Cerealien mit flach gehenden Wurzeln versehen sind, so saugen sie die Ackerkrume weit mehr aus, als unsere Culturpflanzen aus der Familie der Papilionaceen und der der Kreuzblüthler oder Cruciferen, d. i. als der Klee, die Luzerne, Bohnen,

Rüben, der Raps u. ſ. w. Zwar ſchöpfen auch dieſe Pflanzengebilde in ihren erſten Perioden der Entwickelung ihre Nahrung aus den oberen Schichten des Bodens; allein ſie holen dieſe jedoch nachher, indem deren Wurzeln ſich ſchnell in Folge des terminalen Wachsthums in die Tiefe ſenken, ausſchließlich aus dieſer, dem Untergrunde, in welchem die den Pflanzen dienlichen Stoffe ſich durch Verwitterung angeſammelt haben, theils aber auch durch das Regenwaſſer in denſelben geführt und angehäuft worden.

Alles ſo eben Erörterte müſſen wir nun bei unſeren Fruchtwechſelſyſtemen in Anſchlag bringen. Daß aber jede verſchiedene Bodenart ein eigenthümliches Syſtem verlangt, verſteht ſich von ſelbſt. Auch nach den örtlichen Umſtänden iſt Rückſicht zu nehmen.

So folgen z. B. in einem Diſtrikte am Rhein die Culturpflanzen bei einem neunjährigen Umlauf in folgender Weiſe auf einander:

Im 1. Jahre Rüben (gedüngt).	Im 7. Jahre Kartoffeln.
„ 2. „ Gerſte mit Luzerne.	„ 8. „ Weizen.
„ 3., 4., 5. u. 6. Jahre Luzerne.	„ 9. „ Gerſte.

Nach Rüben gedeihen recht gut Gerſte und Luzerne; denn erſtere ſind Kalipflanzen, ſie entziehen dem Boden vorzugsweiſe Kaliverbindungen, während die Gerſte eine Kieſel-Kalkpflanze, und die Luzerne eine eigentliche Kalkpflanze iſt. Uebrigens nehmen die Rüben ihre Beſtandtheile beſonders aus den oberen Schichten des Untergrundes, die darauf folgende Gerſte aber bezieht ſie ganz aus den oberen Schichten, und die Luzerne aus dem Untergrunde. Manche Luzernenwurzeln dringen 6—9 Fuß tief in die Erde hinab. Alle tief gehenden Wurzeln bereichern bei ihrer Humificirung die Bodenkrume; denn ein großer Theil von dem, was ſie aus dem Untergrunde heraufgeholt, wird dieſer, der Krume, einverleibt. Nach der Luzerne, oder dem ſ. g. ewigen Klee, können und werden dann

recht gut Kartoffeln gedeihen. Dieſe Pflanzen, deren Wurzeln nicht weit in die Tiefe dringen, erhalten zugleich das, was ſich während des Luzerne-Baues in den oberen Regionen des Bodens aufgeſchloſſen und angeſammelt hat; ſie bedürfen übrigens zu ihrer Conſtitution vorzugsweiſe Kieſelerde, Kali und Kalk. Die Kartoffeln finden nun aber nach der Luzerne nicht nur einen Kali- und Kieſelerde-reichen Boden, ſondern zugleich, was der Natur derſelben angemeſſen, einen lockeren. Es können nun Weizen und Gerſte, alſo wahre Kieſelerdepflanzen, folgen, welche jetzt ihre Beſtandtheile in der Krume in hinreichendem Quantum vorfinden.

Daß aber nach den Kartoffeln nicht etwa Rüben mit Vortheil angebaut werden können, das können wir a priori behaupten, indem beide Gewächſe faſt dieſelben Beſtandtheile und dieſelbe Bodenſchicht in Anſpruch nehmen.

Schmalz ſchlägt für einen humoſen, mehr als 1 pCt. kohlenſaure Kalkerde enthaltenden Boden folgende Fruchtfolge vor: *)

1) Frühes Wickfutter, ſtark gedüngt,
2) Raps und Rübſen (Winter-),
3) Weizen,
4) Luzerne,
5) desgl.
6) desgl.
7) desgl.
8) Kartoffeln, gedüngt,
9) Gerſte,
10) Klee, oder Schotengewächſe,
11) Rüben,

*) Anleitung zur Kenntniß und Anwendung eines neuen Ackerbauſyſtemes. (Leipzig, Brockhaus. 1842) pag. 64.

12) Wickfutter, gedüngt,
13) Wintergetreide,
14) Erbsen oder Bohnen,
15) Hafer oder Roggen.

Die nach der Luzerne folgenden Kartoffeln können selbst ohne frische Düngung angebaut werden, wenn die darauf folgende Gerste für sich, nämlich ohne Klee gebaut werden soll. Die Gerste benutzt blos die Bodenkrume, und zwar ohne sie bedeutend zu erschöpfen; ganz vortrefflich gedeihen oder vegetiren aber nach der Gerste die Bohnen, Erbsen, Wicken u. dergl., weil diese vorzugsweise Kalk- und Kaliverbindungen, und zwar aus etwas tieferen Schichten absorbiren und sich assimiliren. Und diese Verbindungen sind während des Luzernebaues in Menge aus den unlöslichen Verbindungen gebildet und angesammelt, ja auch durch das Schnee- und Regenwasser aus der Atmosphäre u. s. w. herbeigeführt worden. Die nach den Schotengewächsen folgenden Rüben schöpfen dann ihre Nahrungsstoffe, welche insbesondere aus Alkalien bestehen, wieder aus den oberen Schichten des Untergrundes, zugleich aber auch, was bei allen vegetabilischen Gebilden geschieht, mittelst der Blätter eine gewisse Menge von Salzen aus der Atmosphäre.

Aber auch die Blätter nehmen nicht Alles, namentlich nicht alle Salze, aus der atmosphärischen Luft mechanisch auf; denn auch sie verhalten sich nicht wie ein Schwamm! Von denen auf der Blattoberfläche sich niederschlagenden Salzen werden nur diejenigen aufgenommen, welche zum Wesen der individuellen Pflanze gehören; alle übrigen kehren mit dem verdampfenden Wasser in die Atmosphäre, in den Luftocean, zurück. Alle Salze, welche also zur Ausbildung der Pflanzen nicht nothwendig sind, Alles, was nicht zur Constitution derselben gehört, wird auch nicht in's Innere der Organe geführt.

Also sowohl die Blätter, als die Wurzeln — die beiden Pole der Pflanze — stellen die Ernährungsorgane dar! Und es hat Schmalz, welcher einen hohen Werth auf den Anbau von blätterreichen Gewächsen legt, vollkommen Recht, wenn er a. a. O. S. 23 f. sagt: „Je mehr eine Pflanze reich an Blättern ist, desto mehr wird sie aus der Atmosphäre in sich ziehen, und um so weniger die Ackerkrume in Anspruch nehmen. Wenn nun aber Gewächse mit tiefgehenden Wurzeln zugleich auch, wie es gewöhnlich der Fall ist, ein bedeutendes Blattvermögen haben, so werden diese um so weniger aus den oberen Schichten des Bodens ziehen, je mehr sie leichtlösliche Nahrungsstoffe in denselben vorfinden und sich damit in ihrer ersten Lebensperiode ein um so vollkommeneres Wurzel- und Blattvermögen anschaffen können."

Auf „das die Atmosphäre und den Untergrund möglichst benutzende Pflanzenbausystem" des verdienstvollen Schmalz können wir jedoch für jetzt hier nicht weiter eingehen, bemerke daher nur schließlich, daß wir bei der Einrichtung der Fruchtwechselsysteme nicht allein die unorganischen Bestandtheile des Bodens, wie Liebig, sondern gleichzeitig die Wurzellänge und den Blattreichthum in Betrachtung zu ziehen haben. Nur dann wird die Fruchtbarkeit des Bodens und aller Ertrag auf's Höchste steigen.

Ich schließe hiermit meine Betrachtungen, und empfehle sie einer strengen Kritik!

Chem 558.45.5
Die physiologische Chemie der Pflan
Cabot Science
003380015
3 2044 091 930 248